EUCLIDES



VAKBLAD VOOR DE WISKUNDELERAAR

Maak de les actiever met apps en spellen

Bespreking vmbo bk-examen

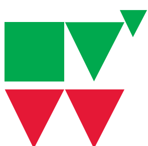
Wat leer je als je leerlingen hardop laat denken?

Ideeën voor wiskundige denkactiviteiten in het vmbo

Ontmoet collega's in de digitale koffiekamer op Facebook

VMBO SPECIAL

JAARGANG 93 - NOVEMBER 2017



ORGAAN VAN DE NEDERLANDSE VERENIGING VAN WISKUNDELERAREN



Freudenthal Instituut

INHOUDSOPGAVE

EUCLIDES JAARGANG 93 - VMBO SPECIAL

IN DIT NUMMER

WISKUNDE EN REKENEN IN EEN ZELFBEWUST VMBO 4
VINCENT JONKER
MONICA WIJERS
MIEKE ABELS

CONCRETE LESIDEEËN MET ACTIVERENDE LEERMIDDELEN 6
SEBASTIAAN BENDERS
IMKE LOOHUIZEN



SCHRIFTELIJKE EXAMENS VMBO-KB 2017 12
RUUD JONGELING

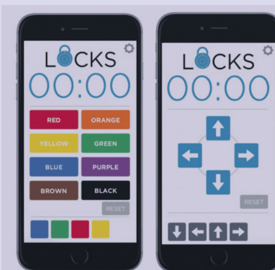
HARDOP DENKEN DOOR LEERLINGEN 17
DÉDÉ DE HAAN
NELLEKE DEN BRABER

WISKUNDIGE DENKACTIVITEITEN (WDA) IN HET VMBO 21
MIEKE ABELS

WDA OOK MOGELIJK VOOR HET VMBO? 25
MARKO MEIJER

NIEUW VMBO 28
JACQUELINE KERKHOFFS

REKENONDERWIJS UITDAGEND MAKEN 29
WINNIE VROEIJENSTIJN



FACEBOOKGROEP LERAAR WISKUNDE 32
HESTER VOGELS
HELEEN VAN DER REE
MONICA WIJERS

TAAL EN WISKUNDE 35
MONICA WIJERS

KLEINTJE DIDACTIEK 39
LONNEKE BOELS

Wia van Dijk, *Stapelingen* (gepigmenteerd cement), 2001.

ORGAAN VAN DE NEDERLANDSE VERENIGING VAN WISKUNDELERAREN

AFSPRAKENBOEK VOOR DE VAKGROEP WISKUNDE 40
RUUD JONGELING

KIJKEN OM TE LEREN ZIEN 42
MIEKE ABELS

NIEUWE VAKSPECIFIEKE REGELS IN HET VMBO 45
CVTE

LEESTIPS VAN WISKUNDEDOCENTEN 46
NELLEKE DEN BRABER
VINCENT JONKER



SERVICEPAGINA 50

Website vmbo special

Bij deze vmbo special van *Euclides* hoort de website: *www.nvvw.nl/vmbospecialeuclides/*
Op de site vind je extra materialen bij sommige artikelen, lesmaterialen en achtergrondinformatie.



Wia van Dijk, Groningen (kleurproject 2017)
titel: *De gekleurde brug. Tussen licht en donker*
locatie: De Weldammerbrug, Diepenheim
www.wiavandijk.com

Kort vooraf

Deze special van *Euclides* is geheel gewijd aan het wiskundeonderwijs in het vmbo. In *Euclides* besteden we regelmatig aandacht aan het vmbo, maar zelf vinden we dat dat zeker meer zou kunnen. De helft van de 12-jarigen die de overstap maakt naar het voortgezet onderwijs gaat naar het vmbo. Een hele grote en belangrijke doelgroep dus. Met deze special hopen we docenten die wiskunde geven op het vmbo te inspireren en te informeren.
In dit nummer daarom veel lesideeën, zoals het gebruik van apps en spellen in de klas, didactische tips over wiskundige denkactiviteiten, talig vakonderwijs en een onderzoeksmethodiek om erachter te komen hoe leerlingen problemen oplossen en waar ze vastlopen. Daarnaast is er ook aandacht voor ontwikkelingen in het vmbo, zoals het nieuwe vmbo en de toekomst van het vak wiskunde.
Het bestuur van de NVvW nam het initiatief tot deze special en heeft samenwerking gezocht met de vmbo werkgroep van de NVvW en het Freudenthal Instituut. Deze special zal naar alle vmboscholen in Nederland worden gestuurd, zodat elke leraar in het vmbo kennis-maken met *Euclides* en ideeën kan opdoen om zijn lessen verder te verrijken. Bij deze special hoort ook een eigen website met achtergrondinformatie en lesmaterialen.
Wij wensen je veel plezier met deze special! Als je een exemplaar over hebt, geef deze dan aan een collega die nog geen lid van de NVvW is.

Namens de NVvW:
Gert de Kleuver
Henk Rozenhart
Ebrina Smallegange

Gastredactie:
Mieke Abels (Freudenthal Instituut)
Vincent Jonker (Freudenthal Instituut)
Monica Wijers (Freudenthal Instituut)

WISKUNDE EN REKENEN IN EEN ZELFBEWUST VMBO

Vincent Jonker
Monica Wijers
Mieke Abels

Dit schooljaar (2017-2018) zijn op het vmbo basis, kader en gemengd tien beroepsgerichte profielen ingevoerd. Welke gevolgen heeft die nieuwe structuur voor het vak wiskunde en rekenen?

Wiskunde

In 1997 werd het vmbo ingevoerd en raakten we vertrouwd met de vier leerwegen die toen werden uitgestippeld (basis, kader, gemengd en theoretisch). We kunnen nu constateren dat de theoretische leerweg dicht aanligt tegen het havo; we zien deze leerweg vaak in brede scholengemeenschappen vmbo-t-havo-vwo. Regelmatig wordt de naam mavo (die wettelijk nog bestaat) weer gebruikt. Tegelijkertijd gaat de ontwikkeling van de drie meer beroepsoriënterende leerwegen een nieuwe fase in met de komst van tien beroepsgerichte profielen die de afdelingsprogramma's gaan vervangen (per 1 september 2017, zie het artikel van Kerkhoffs op p. 28).

Het examenprogramma wiskunde vmbo is wellicht aan een lichte verandering toe, maar bevalt over het algemeen goed. Wel wordt binnen het nieuwe vmbo gedacht aan de mogelijkheid om voor wiskunde te werken met een vast kerndeel en daarnaast een flexibel keuzedeel. Een keuzedeel zou de aansluiting met het beroepsgerichte profiel verbeteren, omdat je daarin de wiskunde kunt aanbieden die past bij het beroepsprofiel. Ook de aansluiting tussen vmbo en mbo kan hierdoor verbeteren, vooral in die sectoren waar een stevige component wiskunde gewenst is.

Rekenen

In 2008 werd het referentiekader taal en rekenen geschreven[1] en werd duidelijk dat we in Nederland meer aandacht willen voor rekenen voor leerlingen van 12-16 jaar. Ook is gebleken dat we nog niet precies weten hoe dat er in het vmbo uit moet zien.

De inhouden voor het referentieniveau 2F (met de bekende domeinen 'getallen', 'verhoudingen', 'meten/meetkunde' en 'verbanden') werden grotendeels overgenomen uit de kerndoelen voor de onderbouw en het wiskundeprogramma van het vmbo. Door het invoeren van een (verplichte) rekentoets nemen vmbo-scholen rekenen zeker serieus. Er zijn soms aparte rekenlessen, maar rekenen krijgt ook nog steeds aandacht binnen de wiskundelessen, omdat 'rekenen, meten en schatten' in alle leerwegen een examenonderdeel van het vak wiskunde is. Daarnaast heeft het zin om na te gaan of in andere vakken (algemeen vormende vakken en beroepsgerichte vakken) gerichte aandacht voor rekenen wenselijk is.[2] Onder de noemer 'rekenbewust vakonderwijs' hebben verschillende vmbo-scholen hier al werk van gemaakt, overigens met wisselend succes.

Welke docenten geven wiskunde en rekenen?

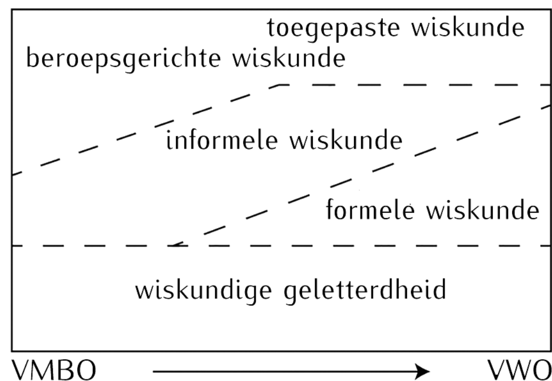
Wiskunde blijft gewoon een belangrijk vak in het vmbo met een eigen lerarenopleiding. Het rekenonderwijs blijft een taak voor docenten wiskunde. Zij zullen vaak rekenen geven, maar het kan ook anders worden georganiseerd. In de basisberoepsgerichte leerweg blijkt vooral het pedagogische klimaat heel belangrijk. Docenten met een pabo-achtergrond hebben vaak sterke pedagogische kwaliteiten en kunnen goed voor het vak rekenen worden ingezet. Natuurlijk moeten deze rekendocenten ook bevoegd zijn (of worden) om rekenen te geven (in de onderbouw). Er wordt inmiddels al gewerkt met een 'beperkte bevoegdheidsregeling' op dit vlak. Er komen hier dus wel meer mogelijkheden, wat in de komende tijd zal uitkristalliseren.

Naast wiskundedocenten en rekendocenten, hebben ook de overige vakdocenten (avo en beroepsgericht) een taak in het rekenonderwijs. Deze docenten kunnen het 'functioneel gebruik' van reken-wiskundige kennis en vaardigheden in het beroep en in andere vakken (waaronder loopbaanoriëntatie en -begeleiding (LOB)) handen en voeten geven. Hierdoor zal rekenen-wiskunde niet langer een geïsoleerd vak zijn binnen het vmbo, maar krijgt het in alle vakken de plek die het verdient. In onze ogen is het belangrijk dat wiskunde-rekenen niet alleen de verantwoordelijkheid is van de docent van dat vak, maar van alle docenten.

'HET IS BELANGRIJK DAT WISKUNDE-REKENEN NIET ALLEEN DE VERANTWOORDELIJKHEID IS VAN DE DOCENT VAN DAT VAK, MAAR VAN ALLE DOCENTEN.'

Toekomst

Waar willen we naartoe met rekenen-wiskunde in het vmbo?
Het schema van De Lange[3] in figuur 1 helpt om over deze vraag na te denken.



figuur 1 Soorten wiskunde in het voortgezet onderwijs

In het schema is te zien dat wiskundige geletterdheid de basis vormt voor alle leerlingen in het vo en dat afhankelijk van en passend bij het schooltype hier bovenop ruimte is voor wiskunde met verschillende accenten. In het vwo is dit een vorm van formele wiskunde die nodig is voor het hoger en wetenschappelijk onderwijs. In het havo is het een mix van informele en formele wiskunde (denk aan woordformules, toenamediagrammen, etcetera) met een klein deel beroepsgerichte toegepaste wiskunde. In het vmbo ten slotte ligt de nadruk op de beroepsgerichte (toegepaste) wiskunde. Hoewel dit plaatje al oud is, past het prima bij de visie op wiskunde, waarbij er een basisdeel is (wiskundige geletterdheid) en een keuzedeel (beroepsgericht ingevuld) en een klein deel 'informele' wiskunde die doorstroom naar bijvoorbeeld havo en technische richtingen in het mbo (met veel wiskunde) openhoudt.
Op deze wijze vormgegeven kan het vak wiskunde (inclusief rekenen) een belangrijke rol blijven vervullen in een zelfbewust vmbo, zowel voor een efficiënte schoolloopbaan als een goede voorbereiding op kritisch burgerschap.[4]

We zijn benieuwd wat je als vmbo-docent wiskunde van deze visie vindt.

NOTEN

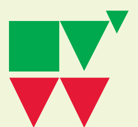
[1] Van Streun, A. (2008). *Over de drempels met rekenen. Consolideren, onderhouden, gebruiken en verdiepen. Onderdeel van de eindrapportage van de Expertgroep Doorlopende Leerlijnen Taal en Rekenen. Enschede: SLO. http://www.fisme.science.uu.nl/nl/wiki/dll/20080123_dll_rekenrapport.pdf*

[2] Jonker, V. en Wijers, M. (2012). Functioneel rekenen. Rekenen in andere vakken. *Volgens Bartjens, 31* (Special vo/mbo 2), 29-31. *http://www.fisme.science.uu.nl/publicaties/literatuur/2011_jonker_functioneel_rekenen.pdf*

[3] De Lange, J. (2005). Wiskunde om gecijferd van te worden. *Nieuwe Wiskrant. Tijdschrift voor Nederlands Wiskundeonderwijs, 24*(3), 42-48. *http://www.fisme.science.uu.nl/publicaties/literatuurt/2005_lange_gecijferd_wiskrant_1.pdf*

[4] Gravemeijer, K., Stephan, M., Lin, F., Julie, C. en Ohtani, M. (2017). What Mathematics Education May Prepare Students for the Society of the Future? *International Journal for Science and Mathematics Education.* doi: 10.1007/s10763-017-9814-6. *htpp://www.fi.uu.nl/publicaties/literatuur/2017_gravemeijer_mathematics_society.pdf*

VOORAANKONDIGING



WISKUNDECONFERENTIE VMBO EN HAVO/VWO ONDERBOUW

Op **donderdag 25 januari 2018** organiseert de Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren een conferentie voor docenten in het vmbo en de onderbouw van havo/vwo.

Op de conferentie staat het thema *Toetsen* centraal. Praktische tips worden afgewisseld met lessuggesties en voorbeelden van 'good practices. Kortom een middag waar je ideeën opdoet en energie van krijgt.

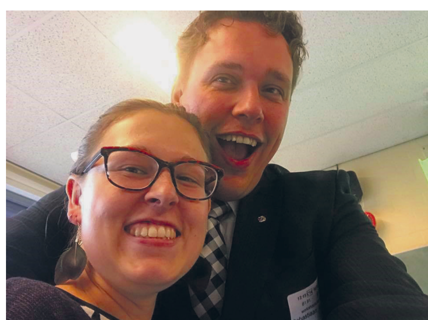
Plaats: Cursus en vergadercentrum Domstad in Utrecht.
Tijd: 14:30 – 19:30, inclusief buffet.
Kosten: €75,00.

Programma en inschrijven vanaf 1 december 2017 via de website: *www.nvvw.nl*

CONCRETE LESIDEEËN MET ACTIVERENDE LEERMIDDELEN

Sebastiaan Benders
Imke Loohuizen

Dit artikel staat vol met ideeën over hoe je jouw les leuker, aantrekkelijker en interactiever kunt maken. Sebastiaan en Imke zijn twee jonge docenten die al jaren samenwerken om met enthousiasme hun didactische grenzen te verleggen. Samen gaven ze in 2016 op de NVvW studiedag de workshop Concrete lesideeën met activerende leermiddelen. In dit artikel vertelt Sebastiaan over hoe het gebruik van de iPad een les interactiever kan maken. Imke laat zien hoe ze tastbare wiskundige spellen maakt die ze jaar in jaar uit gebruikt om haar lessen leuker en leerzamer te maken. Het doel: concrete ideeën meegeven en hun collega's enthousiast maken voor de vele mogelijkheden om leerlingen bij de les te houden!



figuur 1 Sebastiaan en Imke

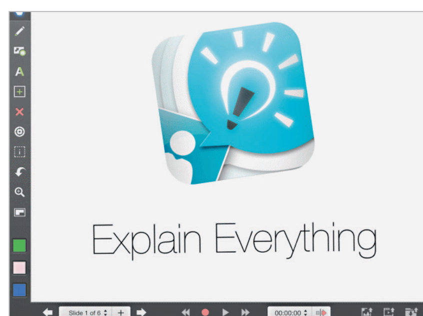
Over Sebastiaan

In mijn eerste studie ben ik afgestudeerd in de richting 'Nieuwe Media en Communicatietechnologie'. Voor verschillende onderwijsinstellingen heb ik me beziggehouden met de integratie van online leermiddelen en lesprogramma's. De stap om in mijn huidige werk als docent ook met nieuwe media aan de slag te gaan, was daarom niet zo groot.

Veel mogelijkheden, maar niet zaligmakend

Nu zullen er wel een hoop collega's denken: 'Daar heb je er weer een, iemand die weer van alles met de iPad wil doen. Dat werkt toch helemaal niet?'
Nou, ik zit zeker niet in het iPad promotieteam, hoor! Ik ben ook niet bezig met een kruistocht in naam van de technologie. Zoals Andy Hargreaves beschrijft in zijn boek *Professional Capital*, blijft het belangrijk bezig te zijn met vernieuwing om ook je eigen enthousiasme te kunnen waarborgen. Ik weet dat ik zelf affiniteit met nieuwe media heb opgebouwd en ik weet dat ik hiermee ook leerlingen met andere leerstijlen kan aanspreken. Natuurlijk heb ik voor mijn studies veel onderzoek gedaan naar e-learning en kun je met mij best een boompje opzetten over alle voor- en nadelen ervan, maar dat wil ik liever voor een ander artikel bewaren. Laten we voor nu zeggen dat ik het leuk vind, en dat ik ook van leerlingen positieve reacties krijg. Ik wil in dit stuk dus vooral mijn eigen ervaringen delen, in de hoop dat jij als lezer misschien ook enthousiast raakt om iets nieuws te proberen!

Eerste idee: neem je eigen uitleg eens op!



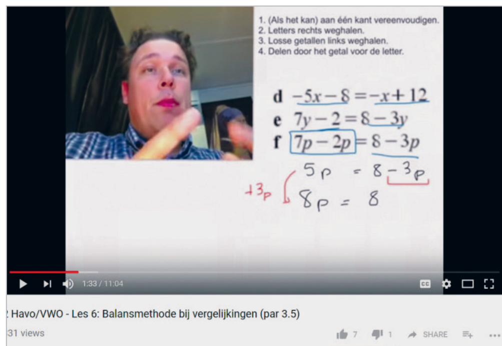
figuur 2 De app Explain everything op de iPad fungeert als een digibord

Als je een iPad hebt, kun je een duur verlengstukje kopen (€ 50, ik kocht die van mij voor de helft op Marktplaats). Je kunt dan je iPad op de VGA-kabel van het bord aansluiten. Eén van de eerste dingen die ik heb gedaan, is de app Explain Everything installeren. Deze app fungeert als een digitaal whiteboard. Je kunt onder andere plaatjes invoegen. Dit kan een screenshot zijn uit het digitale boek van je methode of iets van internet. In dit programma kun je met alle denkbare kleuren gemakkelijk schrijven, typen of arceren. Een digitale laser pointer kan de aandacht van de leerlingen focussen op een bepaald punt in het beeldscherm, en dat alles zonder dat je hoeft op te staan van je bureau! Het is zelfs mogelijk om met de ingebouwde

camera van je iPad, jezelf ook in beeld te krijgen. Maar waarom zou je dit doen? Ten eerste zijn leerlingen gefascineerd door wat er gaande is. Ze zien jou live, maar ze zien je nu ook op het bord. Dat is raar! Gebiologeerd kijken ze naar wat je opschrijft, hoe je snel een fotootje maakt van een som uit het boek en die behandelt. Ze zijn van nature stiller en omdat je gewoon zelf achter je bureau zit en de klas makkelijk kunt inkijken, wordt er niet achter je rug om gepraat.
Ik doe dit vooral als een aantal leerlingen er niet is. Ze zijn op werkweek, excursie, uitwisseling of ziek. Als je dan zegt dat je het voor de afwezige leerlingen opneemt, dan zijn de aanwezige leerlingen ook nog eens extra stil (het wordt immers opgenomen) en doen ze ook leuk mee met de vragen. Sommigen vinden dat wel spannend. Je kunt gemakkelijk je les uploaden naar YouTube en een linkje in Magister zetten, en voilà: ook de mensen die er niet waren, kunnen je toch zien en horen! En de mensen die er wel waren? Zij kunnen je nog eens terughoren, terugspelen en opnieuw laten praten. Ideaal!

Tweede idee: flip your classroom!

Op school leer je en thuis verwerk je. Wat als we het eens omdraaien? Je bestudeert thuis de theorie en maakt op school je sommetjes. Met je iPad kun je gemakkelijk screenshots nemen en dingen uitleggen. Je uitleg uploaden naar YouTube en klaar ben je!



figuur 3 Les op YouTube

Ik heb nu lessenseries op YouTube van drie hoofdstukken van *Getal & Ruimte* (twee voor 2 vwo en een voor 2 havo/vwo). Ik leg leerlingen uit wat het doel is: in de les dwaal je soms af met je gedachten en denk je: 'Wat zei meneer nou?' Thuis kun je me op elk gewenst moment bekijken, op pauze zetten, terugspoelen en het nog een keer beluisteren. Ik krijg op ouderavonden regelmatig te horen dat soms het hele gezin, al dan niet verplicht, naar mijn filmpjes kijkt op de televisie na het avondeten – dat is toch leuk! Dan zeggen ouders: 'Leuk, ik heb er ook nog wat van opgestoken!'
De voordelen stoppen daar niet. Ik leg leerlingen ook uit dat het soms voorkomt dat ze vast komen te zitten met het huiswerk. Ze komen er dan zelf niet uit en sommigen hebben niemand in de buurt om te helpen. Juist op dat moment zouden ze het fijn vinden als ik er was. Dat 'huiswerk' doen we dan in de les, waar ze voorbereid naartoe komen en waar ze lekker aan het werk kunnen, met hulp van mij als ze vastzitten bij moeilijke sommen. Natuurlijk doe ik halverwege de les ook even een moeilijke som gezamenlijk. Zo breekt het een lesuur in delen en hebben ze in ieder geval gezamenlijk een belangrijke, afsluitende som gemaakt en in hun schrift staan.
Mijn ervaringen zijn erg positief. Er zijn natuurlijk al best veel (en beter geproduceerde) filmpjes te vinden op YouTube over uiteenlopende onderwerpen. Toch denk ik dat het belangrijk is dat leerlingen 'hun meneer' zien.
Ik vind het ook een voordeel dat ik, als ik zelf de lessen maak, echt onze methode kan pakken en onze sommen als voorbeeld kan nemen. Bij de meeste andere filmpjes krijg je in het algemeen iets over een onderwerp te horen, en gebruik je van die kennis eigenlijk maar de helft in je hoofdstuk, of nog erger: er ontbreekt net weer iets dat in jouw boek juist wél behandeld wordt en in het filmpje niet. Daarom vind ik het echt de moeite waard om zelf bezig te zijn. Natuurlijk vinden leerlingen het leuk om te zien dat hun docent ook actief is op het web, en ze zijn er ook wel een beetje trots op. Regelmatig hoor ik van leerlingen die ik niet persoonlijk lesgeef: 'Meneer, ik heb uw kanaal op YouTube ontdekt!' – het gaat dus wel degelijk de school door en leerlingen maken er zeker gebruik van!

Praktische tips

Als het je leuk lijkt om dit zelf te gaan doen, dan nog wat praktische tips:

- Bedenk goed welke hoofdstukken je op deze wijze wilt behandelen. Hoofdstukken waarin je zelf moet tekenen en meten, lenen zich natuurlijk niet zo goed voor de iPad. Abstractere hoofdstukken werken beter, en een enkel assenstelsel kun je wel schetsen op je schermpje, maar bedenk hier ook bij, dat je niet uiterst nauwkeurig kan zijn. Hoofdstukken over wortels en kwadraten, of over letterrekenen zijn heel geschikt.
- Zorg dat leerlingen genoeg voorkennis hebben om het eerste filmpje te begrijpen. Ik kreeg een keer de deksel op m'n neus toen ik een hoofdstuk over lineaire formules nam, en ze na de vakantie niet meer wisten wat nou de *x*-as was en hoe ze coördinaten in een assenstelsel moesten tekenen. Dan kun je wel vrolijk gaan uitleggen dat om de richtingscoëfficiënt te vinden je $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ moet doen, maar dan breekt er paniek uit in de les, omdat ze van je eerste filmpje niks begrepen. Een valkuil is dus, dat je niet makkelijk de voorkennis kunt toetsen, voordat je aan je uitleg begint!
- Bespreek het project vooraf met je klas. Bijna alle leerlingen zullen het geweldig vinden: minder huiswerk, en alleen maar een filmpje hoeven kijken. Ten eerste geef je ze ruimte tot inspraak (willen jullie dit wel?),

maar tegelijk is er dan ook een commitment: we gaan de filmpjes kijken. De deal is gemaakt. Mijn ervaring is dat mijn views nagenoeg gelijk zijn aan het aantal leerlingen. Je kunt zo snel een algemene indruk krijgen, van hoe serieus de klas het neemt. Tot nu toe ben ik nog niet teleurgesteld geraakt.
- Vraag je leerlingen wat ze ervan vonden. Met de app Survey Monkey kun je na afloop gemakkelijk een kleine enquête maken, die je leerlingen in de les nog kunnen invullen. Ik vraag altijd leerlingen naar hun ervaring. De laatste twee keer heb ik maar één negatieve reactie gehad. Je krijgt zo een fijne beloning voor al het werk dat je erin hebt gestoken, vanwege de vele complimenten die je mag ontvangen.

Derde idee: vragen van leerlingen beantwoorden



figuur 4 De app Puppet Pals 2 is een digitale poppenkast waarmee je leuke filmpjes kunt maken

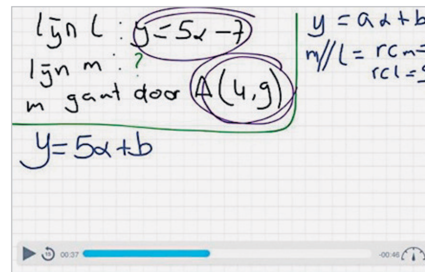
Mijn YouTube kanaal staat vol met vragen die leerlingen stellen. Tijdens een reclameblok op televisie is het bijvoorbeeld makkelijk je iPad erbij te pakken en een kort filmpje te maken. Ben je het een keer zat om het met Explain Everything te doen? Ik gebruik ook weleens Puppet Pals 2.

Puppet Pals is een digitale poppenkast. Je krijgt een aantal gratis 'poppen' en achtergronden om mee te werken, en als je de hele versie koopt dan krijg je een heel scala aan mensen, dieren en dingen om mee te werken. Je kunt de poppen (een deel van) de uitleg laten doen en dit opnemen, alsof zij de docent zijn. Je kunt met ze lopen, ze in voertuigen plaatsen, en als je ze ingedrukt houdt, dan beweegt hun mond. Zo kun je een simpele animatie maken. Overigens is Puppet Pals altijd goed voor een hilarische start van de les. Leerlingen zitten gebiologeerd te kijken hoe ik met digitale poppen wiskunde uitleg. Zodra het begint, is hun aandacht bij het bord.

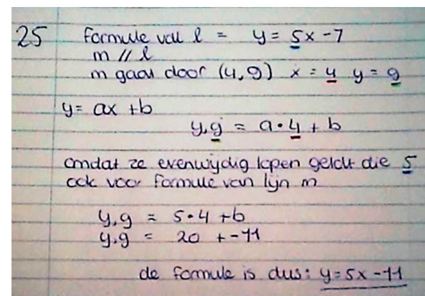
'IK KRIJG OP OUDERAVONDEN REGELMATIG TE HOREN DAT SOMS HET HELE GEZIN NAAR MIJN FILMPJES KIJKT NA HET AVONDETEN – DAT IS TOCH LEUK!'

Zoals je merkt, is afwisseling voor mij belangrijk. Een app als Puppet Pals is wat bewerkelijker dan Explain Everything, maar het ziet er wel leuker uit. Had jij ooit gedacht dat je een korte animatiefilm zou kunnen maken? Eigenlijk is het wel gemakkelijk en met een beetje oefening, maak ik leuke filmpjes. Kijk, integreren en differentiëren wil je misschien niet met dit programma uitleggen, maar je blijft het voor jezelf ook nieuw en fris houden, als je jezelf aanzet tot het ontdekken van nieuwe apps. De Canadese vader van de communicatiewetenschap, Marshall McLuhan, zei het al: 'the medium is the message'. Hoe meer media je dus kunt gebruiken, hoe meer verschillende boodschappen je zult kunnen overbrengen!

Vierde idee: (controle) som inleveren via de app



figuur 5 Filmpje als uitwerking van een som



figuur 6 Foto van een uitwerking

Opdrachten inleveren kan op een hele andere manier. Zelf gebruik ik het appje Edmodo, maar er zijn er nog veel meer beschikbaar. Als je exclusief met iPads werkt, kun je ook de app Showbie gebruiken, daar vind ik de feedbackmogelijkheden net wat fijner van werken!

Via Edmodo leveren leerlingen bijvoorbeeld de uitwerking van één som in. Je ziet aan de foto's in figuur 5 en 6 dat leerlingen ook soms behoefte hebben aan verschillende manieren van inleveren. Een leerling heeft een digitaal filmpje gemaakt, de ander gewoon een foto van een uitwerking op papier. Een derde neemt zichzelf op, terwijl hij aan het schrijven is. De camera gaat van het boek naar zijn schrift, en hij presenteert het echt aan de klas. Ik hoef jullie als collega's niet

uit te leggen, hoe goed het is, als leerlingen zich in de docentrol gaan inleven!
Als ik de opdracht meegeef, kies ik een belangrijke som uit, waarvan ik echt wil dat ze het snappen. Ik zeg dan, dat het belangrijk is dat ze het zo opschrijven, dat je het anderen kunt uitleggen. Via het appje kan ik direct dezelfde dag nog reageren als iets niet in orde is, of juist een compliment geven, bijvoorbeeld door in een paar seconden wat met de ingebouwde microfoon op te nemen. De app heeft nog meer voordelen: ik zie namelijk precies wie het (wanneer) inlevert, en wie zijn huiswerk dus niet gedaan heeft. Ik hoef niet meer alle schriften langs. Ook weet ik precies hoe mijn klas ervoor staat. De klas van de som hierboven, zullen allemaal keurig formules kunnen maken van lineaire verbanden, daar ben ik echt wel zeker van!
In mijn lessen kom ik er altijd even op terug. De mooiste uitwerkingen laat ik op het bord zien. Zo worden leerlingen beloond die er extra tijd in steken, door op een leuke of leerzame manier iets uit te leggen. Ook grijp ik nog wel eens terug op mooi verzorgd materiaal, als ik bij een parallelklas uitleg. Zo laat ik leerlingen uit verschillende klassen elkaar de stof uitleggen!

Vijfde idee: zelf opdrachten verwerken met appjes

Wie heeft er niet gehoord van de leerstijlen van Kolb? Leerlingen hebben verschillende leerstijlen en dat zie je al in het voorbeeld van het inleveren van de opdracht hiervoor. Leerlingen steken tijd in een opdracht op verschillende manieren. In deze digitale wereld werken leerlingen steeds visueler – dat is al een verandering die sinds de inburgering van de televisie een feit is. Echter, met deze nieuwe media zijn leerlingen ook kinesthetisch bezig, ze manipuleren het beeld met hun vingers door te bewegen, te drukken of soms het device zelf te schudden. Dit duidt ook op een geheel andere verwerking in de hersenen. Hier moeten we wat mee doen!



figuur 7 Met de app Popplet Lite kun je leerlingen de stof laten samenvatten

Opdrachten maken kun je ook op een hele andere manier benaderen. Soms zet ik leerlingen aan de slag met Popplet Lite om een soort flowchart te maken van de theorie van een paragraaf. In deze app kun je tekst en afbeeldingen mengen, organiseren en combineren. Leerlingen kunnen tegelijk in deze app samenwerken als groep. Eén van de manieren waarop ik deze app inzet is voor de 'expert methode'. Ik deel de klas in groepjes op (tip: de app Groupmaker of iets vergelijkbaars kan dit voor je doen) en elk groepje mag expert worden in een bepaalde paragraaf. Ik laat ze een uitleg popplet maken, die ik vervolgens deel met de rest van de klas. Effectief maken ze zo voor elkaar een samenvatting van de stof. Als je je afvraagt, wat ze in zo'n popplet moeten stoppen, dan kun je ze uitdagen om voorbeeldsommen te zoeken online en er misschien een van in de toets te stoppen! Wat ook leuk is, is als ze foto's zoeken van een praktische toepassing van de paragraaf, of bijvoorbeeld achtergrond-informatie te laten incorporeren, zoals een klein stukje over een wiskundige die zich over hun onderwerp heeft uitgelaten. Als je leerlingen de vrije hand geeft, dan maken ze ook soms instructievideo's, GeoGebra grafieken, Kahoot! quizjes, Puppet Pal shows, noem maar op! Ze zijn een keer op een andere manier bezig met de verwerking van hun wiskundekennis en leren tegelijkertijd zichzelf moderne technieken aan.

Afsluiting Sebastiaan

Ik hoop dat je na het lezen van dit artikel (nog) meer zin krijgt om de digitale mogelijkheden die er zijn aan te wenden voor je lessen. Niet omdat het de enige manier is om les te geven, niet omdat het per se de toekomst is, of omdat je maar 'mee moet met de tijd', maar simpelweg voor de afwisseling. Doe het voor je leerlingen, maar ook jezelf. Het is vrij gemakkelijk een iPad ter hand te nemen en wat te gaan doen of leerlingen wat te laten doen. Vraag het desnoods aan je klas. Zo kwam ik op het idee om een speurtocht te doen door het gebouw met Eventzee, waarbij ik foto's nam van plaatsen in het pand. Als leerlingen hun camera erop richtten, kregen ze een wiskundeopdracht, die ze als groepje moesten maken. Ik weet niet hoe leuk collega's het vonden, om een hele klas met een iPad door de gangen te zien lopen tijdens een les, maar het was in ieder geval een hele leuke en bijzondere ervaring.
Hoe dan ook, je sluit aan bij wat leerlingen bezighoudt en helpt ze zichzelf voor te bereiden op wat nog gaat komen in de 21e eeuw. Tegelijkertijd zijn mooi ingeleverde opdrachten, samenvattingen, foto's en filmpjes een leuk aandenken aan je les. Veel plezier met experimenteren! En ben je uitgekeken op alle digitale leermiddelen en wil je een keer gewoon op een leuke manier met een spel de klas engageren, geniet dan verder van Imkes creatieve lesideeën.

Over Imke

In mijn vrije tijd vind ik het leuk om bestaande bordspellen om te bouwen tot wiskundespellen. Inspiratie haal ik hierbij van o.a. internet, oud-medestudenten van de HU en de Leraar Wiskunde Facebookpagina.

Waarom wiskundespellen?

Niet elke les is leuk te maken en soms moeten dingen gewoon geleerd worden. Maar als het even kan wil ik graag de stof in een leuke vorm aanbieden. Leren gaat toch makkelijker als het leuk is en blijft ook beter hangen. Wat ik de kracht vind van wiskunde in spelvorm is dat leerlingen met elkaar in gesprek raken over de stof. Hierdoor maken leerlingen de stof meer eigen en beklijft het veel meer. Daarnaast worden leerlingen er competitief van. Door de succeservaringen als ze een keer winnen, worden ze minder 'bang' voor de wiskunde. Een beetje extrinsieke motivatie creëren door wiskunde in een spelvorm te gieten zie ik als een pré!
Uiteraard kost het maken van de spellen veel tijd. Maar als het eenmaal af is kan het jaren voor allerlei jaarlagen gebruikt worden.

Eerste idee: Wat is het? i.p.v. Wie is het?



figuur 8 Spel Wat is het? over ruimtefiguren

Ik heb zestien 'Wie is het?'-spellen, de reiseditie, verzameld op rommelmarkten en in kringloopwinkels. Vervolgens heb ik de twintig personen in het spel vervangen voor twintig ruimtefiguren.
De spelregels zijn hetzelfde als voor het spel 'Wie is het?' alleen moeten er nu vragen gesteld worden over de uiterlijke kenmerken van ruimtefiguren. Meestal zet ik tijdens het spel een woordenlijst op het bord met termen als: top, ribben, grondvlak, zijvlak, enzovoort. De leerlingen moeten dan in elke vraag die ze aan elkaar stellen verplicht één van de termen op de woordenlijst gebruiken.
Door dit spel leren de leerlingen spelenderwijs alle termen die horen bij ruimtefiguren en wat de eigenschappen van deze figuren zijn. Ze kunnen het ook een paar keer achter elkaar spelen zonder dat het verveelt. Het spel is voornamelijk leuk in de brugklas.
Duur: ± 10 minuten

Tweede idee: mini loco



figuur 9 Mini loco is te gebruiken voor alle niveaus en onderwerpen

Bijna iedereen heeft er vroeger wel mee gespeeld, mini loco. Voor wie het niet kent; verbind de juiste vragen en antwoorden met elkaar en als het spel dan wordt omgedraaid, komt er een mooi gekleurd patroon uit. Op de basisschool zijn verschillende leerlingen hier al mee in aanraking gekomen en hoeft het spel vaak weinig uitleg te krijgen.
Het fijne aan mini loco is dat het spel zelf feedback geeft. Als het niet goed gedaan wordt, komt er een verkeerd patroon uit en kunnen leerlingen zelf uit gaan zoeken welke vragen niet goed beantwoord zijn.
Daarnaast is dit spel makkelijk voor verschillende niveaus en voor **alle** onderwerpen te maken. Zelf gebruik ik het vooral voor de 1^e en 2^e klassen. Ik heb ook collega's die ingewikkeldere puzzels hebben gemaakt voor 3 vmbo-t of 4 havo. Kinderachtig vinden ze het absoluut niet in de bovenbouw! 'Mevrouw, wanneer gaan we weer mini loco spelen?'
Duur: ± 10 minuten (ligt wel aan de moeilijkheidsgraad. Kan ook een lesvullend programma zijn)

Derde idee: rekentriviant



figuur 10 Rekentriviant

Triviant is een familiespel dat uren kan duren. Ik heb de vragenkaartjes vervangen door rekenvragen. Deze vragen heb ik onderverdeeld in zes categorieën. Leerlingen kunnen in tweetallen tegen elkaar spelen of individueel tegen elkaar. Ze kunnen er verschillende lessen zoet mee zijn en willen uiteraard zo snel mogelijk zo veel mogelijk vragen goed hebben!
Duur: ± 1 les

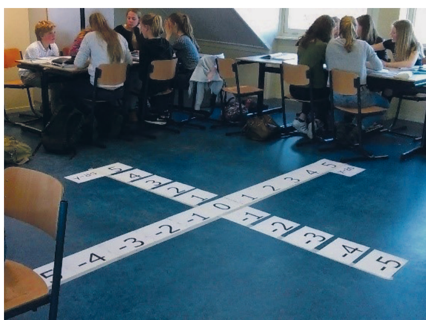
Vierde idee: halli galli



figuur 11
Letterrekenen met halli galli

Halli galli is een spel bedacht voor kleuters om te leren tellen. Er zijn kaartjes met 1, 2, 3, 4 of 5 stukken van hetzelfde fruit. Er worden steeds kaartjes omgedraaid en als er vijf stuks van hetzelfde fruit liggen, dan mag er op de (hotel)bel gedrukt worden en zijn de kaartjes voor degene die als eerst op de bel drukt.
De kaartjes met fruit heb ik vervangen door letters. I.p.v. dat er gedrukt mag worden als er vijf bananen liggen, mag er pas op de bel gedrukt worden als er 5a, 5b, 5c of 5x ligt. Voor mij is het doel van dit spel dat de leerlingen leren dat ze alleen dezelfde letters bij elkaar op mogen tellen.
Ik heb ook een variant gemaakt met machten. Dan mogen ze pas op de bel drukken als er $5a^2$, $5a^3$, $5a^4$ of $5a^5$ ligt. Hierbij is het doel dat leerlingen leren dat ze alleen letters met dezelfde macht bij elkaar op mogen tellen. Dit is een werkvorm waarbij veel lawaai en gezelligheid ontstaat. De leerlingen gaan vaak erg los op de bel. Duur: ± 15 minuten

Vijfde idee: levend assenstelsel



figuur 12
In een levensgroot assenstelsel beelden leerlingen grafieken uit

Het laatste idee dat ik graag met jullie wil delen is wat ik het ‘levend assenstelsel’ noem. In de brugklas en tweede klas leren leerlingen om een tabel en grafiek te tekenen bij lineaire, kwadratische en wortelformules. Wat mij opviel tijdens de lessen is dat als leerlingen een fout in een tabel maakten, deze fout klakkeloos overgetekend werd in het assenstelsel. Zonder logisch na te denken of de parabool die eruit moest komen nog wel op een parabool leek. Om hier kritischer naar te kijken, doe ik meteen na behandeling van dit onderwerp ‘levend assenstelsel’. De leerlingen krijgen in groepjes van vijf of zes, vier formules. Deze moeten ze zelf uitwerken in tabellen, maar ze mogen de grafieken niet tekenen. I.p.v. tekenen moeten de leerlingen de grafieken uit gaan beelden.
Ik plak met tape en wat papier een assenstelsel op de grond in het midden van het lokaal, maar het kan uiteraard ook goed gedaan worden op het schoolplein met stoepkrijt. De leerlingen vinden het prettig om een keer lichamelijk wiskunde te mogen doen en meestal ontstaan er in het assenstelsel hele discussies over hoe de grafiek eruit hoort te zien. Zo komt elk groepje er wel een keer achter dat wat ze berekend hebben niet klopt (haakjes of minnetjes vergeten) en moeten ze terug aan tafel om te herberekenen.
Duur: ± 30 minuten

Afsluiting Imke

Ik ben er een groot voorstander van om af en toe iets anders te doen in de lessen. Niet alleen omdat het zo voor de leerlingen leuker wordt, maar ook voor mezelf. Ik vind het heerlijk om te luisteren naar de discussies en gesprekken die hierdoor ontstaan over de wiskunde. Dat is uiteindelijk mijn grootste doel, dat leerlingen met elkaar gaan praten over wiskunde. Ik hoop dat ik een aantal van jullie heb kunnen inspireren!

> ‘MEVROUW, WANNEER GAAN WE WEER MINI LOCO SPELEN?’

Over de auteurs

Sebastiaan Benders is zes jaar werkzaam als docent wiskunde in Nederland, en werkte daarvoor in het basisonderwijs in Canada.
E-mailadres: *sbenders@corlaercollege.nl.*
Imke Loohuizen is sinds vier jaar docent wiskunde. Aankomend jaar start zij met een master Onderwijswetenschappen.
E-mailadres: *I.Loohuizen@hetnieuweeemland.nl.*

SCHRIFTELIJKE EXAMENS VMBO-KB 2017

Ruud Jongeling

Ruud Jongeling bespreekt de schriftelijke wiskunde-examens uit 2017 voor de kaderberoepsgerichte leerweg. Van zowel het examen uit het eerste als het tweede tijdvak beschrijft hij een aantal algemene kenmerken, contextopgaven en oplossingen van leerlingen.

Algemeen

Het schriftelijke examen wiskunde voor de kaderberoepsgerichte leerweg van het eerste tijdvak is afgenomen op woensdag 17 mei en van het tweede tijdvak op maandag 19 juni. De leerlingen uit de eerste periode maakten een examen dat bestond uit 27 vragen waarvoor ze maximaal 74 punten konden halen. De 27 vragen waren verdeeld over zeven contexten. Het examen uit het tweede tijdvak bestond uit 23 vragen, verdeeld over zes contexten waarvoor maximaal 76 punten konden worden behaald. In tabel 1 is de puntenverdeling per examen en per context te zien.

In het schriftelijk examen kb uit de eerste periode van 2016 was het hoogste aantal punten bij een context 12 punten en het laagste aantal 9 punten, een verschil van 3 punten, zie *Euclides* 92-1. In de schriftelijke kb-examens van 2017 is het verschil groter. Er is voor zover mij bekend geen onderzoek gedaan naar de invloed van de contexten in de vmbo-examens op de resultaten van leerlingen. Wordt bijvoorbeeld een context als sierbestrating (examen 2e tijdvak) door leerlingen in de sector techniek beter gemaakt dan door leerlingen uit de sector zorg & welzijn of presteren deze leerlingen misschien juist minder, omdat ze hun eigen contextkennis inbrengen? Omdat de contexten een belangrijk onderdeel zijn van de vmbo-examens wiskunde zou dit een aardige onderzoeksvraag kunnen zijn.
De examenstof van het centraal examen kb betreft de domeinen algebraïsche vaardigheden, meetkunde en rekenen, meten en schatten.

In beide examens komen de drie domeinen min of meer in gelijke mate aan bod waarbij het domein rekenen, meten en schatten iets achterblijft ten opzichte van de beide andere domeinen, zie tabel 2.

Schriftelijk examen vmbo-bk 2017				
	Eerste tijdvak		Tweede tijdvak	
Algebraïsche vaardigheden	25	34%	27	36%
Rekenen, meten en schatten	21	28%	23	30%
Meetkunde	28	38%	26	34%
Totaal	74	100%	76	100%

tabel 2 Puntenverdeling over de examendomeinen

tabel 1 Puntenverdeling over de contexten

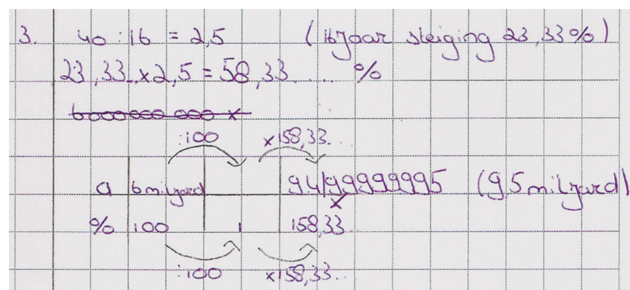
Schriftelijk examen vmbo-kb 2017					
Eerste tijdvak			Tweede tijdvak		
Context	**Puntentotaal**	**% Eindscore**	**Context**	**Puntentotaal**	**% Eindscore**
Grote steden	10	14%	Sierbestrating	17	22%
Selfie	9	12%	Manden	13	17%
Wip	12	16%	Gotthardtunnel	13	17%
Bag-in-box	12	16%	Tijdschriften	12	16%
Bossalamander	9	12%	Schoenmaat	10	13%
Draaimolen	15	20%	Glasplaten	11	14%
Aantal stippen	7	9%			
Totaal	74	100%	**Totaal**	76	100%

EXAMEN EERSTE TIJDVAK

Verhoudingen

De eerste context van het examen (*Grote steden*) bevatte vragen over de verhouding van het aantal mensen dat in een stad woont ten opzichte van de totale wereldbevolking. De leerlingen hebben deze vragen over het algemeen goed gemaakt. In opgave 3 werd aan de leerlingen gevraagd uit hoeveel miljard mensen de wereldbevolking in 2040 zal bestaan. De leerlingen kregen een grafiek waarin ze het percentage mensen in steden in 2040 konden aflezen. Verder konden ze in de opgave lezen dat er in 2040 naar verwachting 6,3 miljard mensen in een stad zullen wonen. Een kwestie van het percentage aflezen in de grafiek en daarna in een tabel uitrekenen hoeveel mensen bij 100% horen. De aanpak van Tan was anders, zie figuur 1.

'EEN EVENWICHTIG EXAMEN ZONDER ONAANGENAME VERRASSINGEN.'

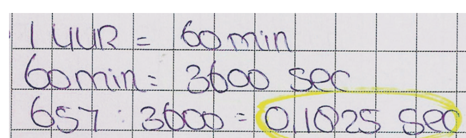


figuur 1 De oplossing van Tan

Tan stelt bij vraag 1 vast dat van 2000 tot 2016 de bevolking met 23,33...% gestegen is en heeft in de grafiek gezien dat deze stijging zich lineair voortzet. Hij rekent uit dat de wereldbevolking in 2040 ten opzichte van 2000 dan 158,33...% is. De totale wereldbevolking rekent hij daarna in een tabel uit.

Delen

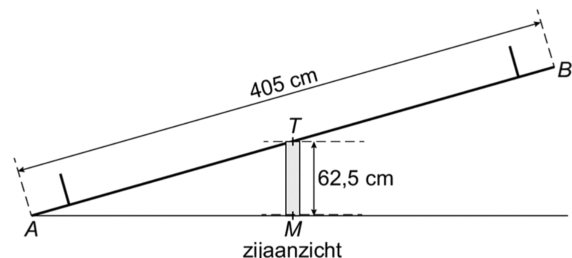
De tweede context (*Selfie*) ging over het maken van selfies en betrof vrijwel allemaal vragen uit het domein rekenen, meten en schatten. Bij vraag 6 werd gevraagd hoeveel tijd de Brit Lee Goodfellow gemiddeld nodig had om één selfie te maken wanneer hij 657 selfies maakt in één uur. Bij een dergelijke vraag valt mij op dat ook in de kaderberoepsgerichte leerweg sommige leerlingen de twee getallen bij het delen omdraaien. De betekenis van delen krijgt in mijn lessen veel aandacht maar bij Tessa ging dit toch nog fout, zie figuur 2.

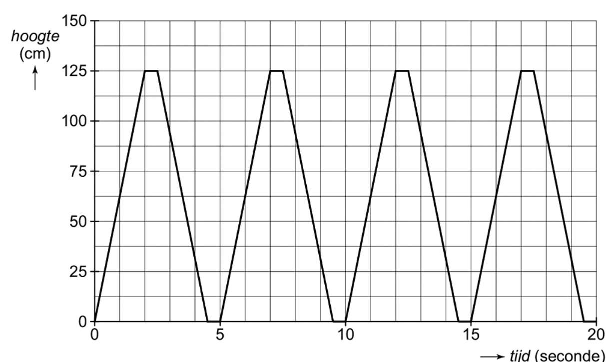


figuur 2 De getallen bij delen omdraaien

Grafiek

In de derde context (*Wip*) kregen de leerlingen te maken met een schematische tekening van een wip en een grafiek die de hoogte van *A* boven de grond weergeeft, zie figuur 3. De leerlingen moesten de hoogte van punt *B* boven de grond bepalen en laten zien hoe ze aan het antwoord kwamen. Het correctiemodel ging uit van een berekening, maar enkele leerlingen kwamen met het goede antwoord door te verwijzen naar de grafiek. Verder moesten de leerlingen de lengte van *AM* berekenen, bepalen hoeveel seconden de wip bovenaan





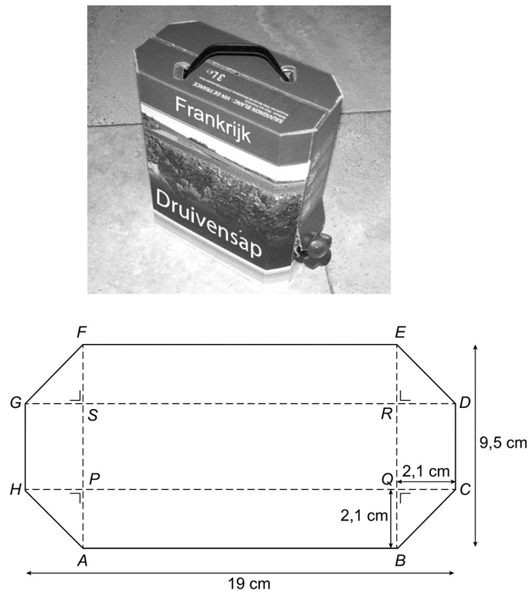
figuur 3 De wip en bijbehorende grafiek

even stilstaat en hoeveel keer de wip in één minuut omhooggaat. De laatste vraag binnen deze context betrof het tekenen van de beweging van punt *B* in het assenstelsel van de grafiek. Veel leerlingen vonden dit een lastige klus en maakten deze opgave of helemaal goed of helemaal fout.

Oppervlakte en inhoud

De vierde context *Bag-in-box*, zie figuur 4 (volgende pagina), had betrekking op een kartonnen doos met daarin een plastic zak voor 3 liter druivensap. De leerlingen moesten de oppervlakte van de onderkant van de doos berekenen en uitzoeken hoeveel cm^3 er overblijft als de doos 23,3 cm hoog is en de zak van 3 liter vol is. In de laatste vraag van deze context worden de dozen op een pallet gestapeld waarbij de dozen niet mogen uitsteken. De leerlingen moesten berekenen hoeveel dozen er in één laag op de pallet gaan. Typisch een onderwerp dat vaker in vmbo-examens is terug te vinden en dat in de vorm

van bijvoorbeeld zonnepanelen op een dak in de lessen extra aandacht had gekregen. Veel leerlingen rekenden uit hoeveel dozen in de lengte en de breedte konden en



figuur 4 De bag-in-box en een afbeelding van de onderkant van de doos

rondden naar beneden af en kwamen zo tot het goede antwoord. Een aantal leerlingen herkenden het probleem niet en deelden de oppervlakte van de pallet door de oppervlakte van de doos, zie figuur 5. De leerlingen kwamen zo tot een te hoog aantal dozen omdat op deze manier van berekenen ook de randen van de pallet waar geen hele doos meer kon staan worden meegenomen.

17. 120 : 1,9 = 6,315... ≈ 6 Dozen
80 : 9,5 = 8,421... ≈ 8 Dozen
6 × 8 = 48 Dozen

17 120cm × 80cm = 9600cm² : 172 cm² = 55,81... dozen

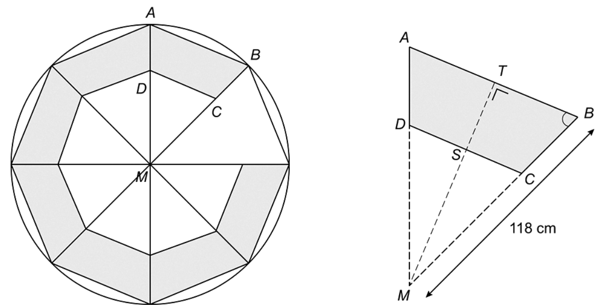
figuur 5 De goede en foute berekeningen van het aantal dozen op de pallet

Exponentieel verband

De context *Bossalamander* draaide om berekeningen met een exponentieel verband dat de ontwikkeling van de lengte van de bossalamander in de tijd weergeeft: $L = 9{,}75 \cdot{}' 0{,}99^t$. Biologen hebben ontdekt dat de bossalamander steeds kleiner wordt. De leerlingen moesten uitrekenen hoe lang de salamander in 1980 (op $t = 0$) was. Verder moesten ze nagaan of de bewering van een bioloog dat de lengte van de bossalamander in het jaar 2000 met 25% is afgenomen ten opzichte van die in 1980 wel klopt. Deze context eindigde met een klassieke inklemvraag om vast te stellen wanneer de bossalamander voor het eerst kleiner is dan 7,5 cm. Over het algemeen leverden de vragen in deze context bij de leerlingen weinig problemen op.

Hoeken en schaal tekenen

De context *Draaimolen* was een variant op contexten met draaimolens zoals we die wel vaker in examens voor het vmbo zijn tegengekomen, zie figuur 6.



figuur 6 De afbeelding van de vloer van de draaimolen

De leerlingen moesten de oppervlakte van de vloer van de draaimolen berekenen en nagaan of de beheerder aan twee blikken verf van 0,75 liter genoeg had. De vraag werd redelijk goed gemaakt. Bij de volgende vraag moesten de leerlingen laten zien dat de hoek bij *B* 67,5° is. Een deel van de oplossing werd al weggegeven door aan te geven dat de cirkel verdeeld is in acht gelijke driehoeken. Bij twee leerlingen kwam ik een cirkelredenatie tegen, zie figuur 7.

22 O = sin × LZ
= 0,923... × 118
= 109,0177... = 109 cm
a = O ÷ tan
= 109 ÷ 2,4142...
= 45,1492... = 45 cm
tan = O ÷ A
= 109 ÷ 45
= 2,4222..
tan⁻¹(2,4222..) = 67,5670...°

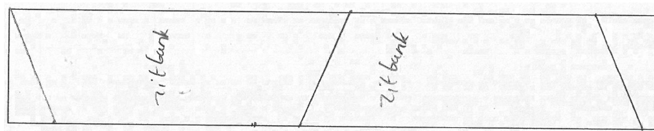
figuur 7 De cirkelredenatie van Mart

In de laatste vraag van deze context moesten de leerlingen op schaal zoveel mogelijk zitbanken op een plank tekenen. Veel leerlingen vonden dit een moeilijke opgave en slechts een enkeling haalde hiervoor de volledige drie punten.

24 De zitbanken zijn 30 cm breed, dus *ST* is 30 cm. Zijde *CD* is 65 cm. Arno heeft planken van 30 cm breed en 170 cm lang gekocht. Op de uitwerkbijlage staat een plank op schaal 1 : 10 getekend.
→ Teken zo veel mogelijk zitbanken in de plank.

figuur 8 De laatste vraag van context *Draaimolen*

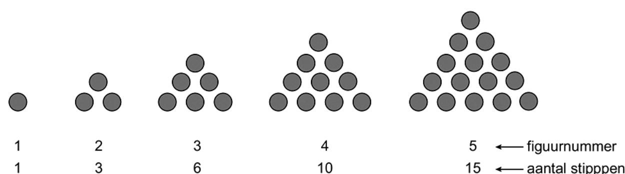
In figuur 9 is een voorbeeld te zien van een juiste oplossing.



figuur 9

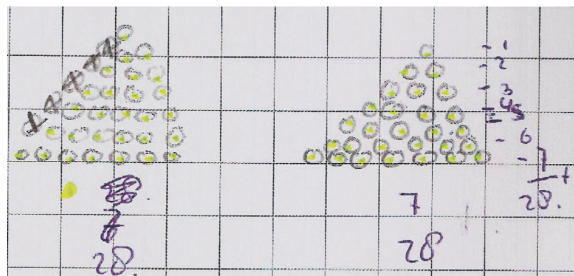
Reeks en formule

De laatste context (*Aantal stippen*) van dit examen betrof een aantal vragen rondom stippen in reeksen stippatronen (figuur 10).



figuur 10 Regelmaat in de stippen

In de eerste vraag van deze context moesten de leerlingen uitrekenen hoeveel stippen er in figuur 10 zijn. De meeste leerlingen zochten de oplossing door berekening maar er waren ook leerlingen die door tekenen de oplossing vonden, zie figuur 11.



figuur 11 De oplossing van Sidney

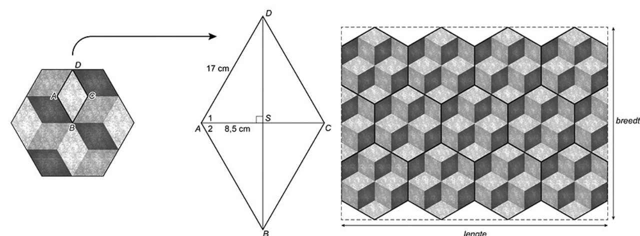
De laatste twee vragen van het examen betroffen berekeningen aan de hand van een gegeven formule waarbij de leerlingen nog een keer moesten inklemmen.

Conclusie

Het schriftelijk examen vmbo-bk uit het eerste tijdvak van 2017 toetste veel verschillende wiskundige vaardigheden waarbij alleen inklemmen twee keer aan bod kwam. Bij een aantal vragen moesten de leerlingen vaardigheden uit verschillende domeinen combineren. Zowel de contexten als de vraagstellingen waren duidelijk. Naar mijn idee was dit een evenwichtig examen zonder onaangename verrassingen waarin de leerlingen konden laten zien wat ze aan wiskundige vaardigheden beheersten.

EXAMEN TWEEDE TIJDVAK

Minder enthousiast ben ik over het examen uit het tweede tijdvak. Het voert te ver om hier alle contexten te bespreken maar een aantal zaken dat mij opviel wil ik toch aanstippen.
De context *Sierbestrating* ging over tegels die de vorm hebben van een regelmatige zeshoek, zie figuur 12. In de tegels kon je diepte zien en dat maakte de vraag naar de verschillende vormen van symmetrie extra lastig.



figuur 12 Sierbestrating, de tegel en het terras

Dat geldt ook voor de laatste vraag van deze context waarin de lengte en breedte van het stuk tuin dat bestraat wordt, moet worden berekend. De tegels liggen nu ineens gedraaid.
In de context *Manden* maakt Chantal manden die ze daarna verkoopt. Ze berekent de prijs van de manden met de formule $p = 30 - \frac{750}{t}$.

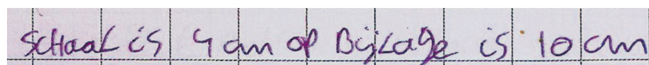
In een van de vragen wordt van de leerlingen verwacht dat ze terugrekenen van € 20,00 voor een mand, naar het aantal minuten dat Chantal nodig heeft om deze mand te maken. In de syllabus staat dat de leerlingen verbanden van de vorm $y = a : x$ moeten herkennen en kunnen gebruiken. Het is voor mij de vraag of het terugrekenen bij een gegeven y naar de variabele x wel valt onder het kunnen gebruiken van het verband $y = a : x$.
In de context *Schoenmaat* moeten de leerlingen aan de hand van een afbeelding op de uitwerkbijlage de werkelijke lengte van de voet berekenen, zie figuur 13.



figuur 13 Afbeelding van de voet en de schaallijn

De schaallijn bij de afbeelding is afwijkend van wat gebruikelijk is en zet leerlingen makkelijk op het

verkeerde been, zie figuur 14. Een wit of zwart deel in de schaallijn is niet één of een halve centimeter maar 8 mm.



figuur 14 Zoals Jurrit de schaallijn zag

Het examen uit het tweede tijdvak toetste ook veel verschillende wiskundige vaardigheden, maar maakte op mij om bovengenoemde redenen toch een minder goede indruk dan het examen uit het eerste tijdvak. Daarnaast had dit examen één context minder en konden de leerlingen met vier vragen minder toch twee punten meer verdienen dan bij het examen uit het eerste tijdvak. Naar mijn indruk was het examen uit het tweede tijdvak moeilijker dan het examen uit het eerste tijdvak maar de N-term was voor beide examens gelijk, zie tabel 3.

Jaar	N-term 1e tijdvak	N-term 2e tijdvak
2017	1,1	1,1
2016	0,5	0,5
2015	1,0	1,0
2014	0,9	0,9
2013	1,2	1,3
2012	1,1	1,1
2011	1,3	1,8

tabel 3 N-term in de afgelopen jaren

Over de auteur

Ruud Jongeling is wiskundeleraar op het Da Vinci College in Roosendaal, een school voor de beroepsgerichte leerwegen in het vmbo en het praktijkonderwijs. Ook is hij voorzitter van de werkgroep vmbo van de NVvW.
E-mailadres: *rj.jongeling@kpnmail.nl*

HARDOP DENKEN DOOR LEERLINGEN

Dédé de Haan
Nelleke den Braber

DAAR LEER JE ALS DOCENT VAN!

We hebben het wel steeds over wiskundig denken en het stimuleren daarvan, maar hoe weten we eigenlijk hoe leerlingen denken? Eén van de mogelijkheden om dat boven water te krijgen is via hardop-denksessies. De meerwaarde hiervan is dat je weer met een frisse blik naar een leerling kijkt en van die leerling input krijgt, zodat je je lessen aan kunt passen. De hardop-denksessies laten ook zien dat het onderzoeken van je eigen praktijk heel klein en praktisch kan.

Docent: *Welk gevoel krijg jij bij wiskunde, als je wiskundeles hebt of als je aan de slag moet gaan met wiskunde?*
Leerling vmbo kader 3: *Een leuk gevoel.*
Docent: *Waarom een leuk gevoel?*
Leerling: *Omdat wiskunde wel een leuk vak is.*
Docent: *Waarom vind je wiskunde leuk?*
Leerling: *Omdat ... , wiskunde vind ik niet echt heel erg moeilijk.*
Docent: *Oké, en daarom vind je het wel leuk. Raak je ook weleens gefrustreerd bij wiskunde?*
Leerling: *Bij sommige paragrafen wel ja.*
Docent: *En wat doet dat met je? Vind je het dan ook nog leuk?*
Leerling: *Dan niet echt meer.*
Docent: *Dan niet echt meer, oké, en als je dan weer naar de volgende les gaat, heb je dan zin in wiskunde of denk je dan bah wiskunde.*
Leerling: *Dan heb ik wel zin weer.*
Docent: *Hoe komt het dat je dan toch weer zin hebt om te gaan?*
Leerling: *Omdat het dan een andere dag is, misschien ben ik weer wat wijzer geworden.*

Inleiding

Zomaar een gesprekje met een leerling met een verrassend antwoord. In ieder geval voor de docent die dit gesprek voerde. Docent Wilco Beukelman rapporteert naar aanleiding van bovenstaand gesprek: ‘S. geeft letterlijk aan dat wanneer hij een opgave niet kan oplossen, hij zich dom voelt. Hierdoor zou ik verwachten dat dit juist erg demotiverend werkt, maar S. geeft juist aan dat hij ook een volgende les wel weer zin heeft in wiskunde: ‘Misschien ben ik weer wat wijzer geworden.’”
De docent concludeert dan ook dat motivatie voor het vak niet altijd één-op-één samenhangt met succeservaringen. Dit gesprek is niet zomaar gevoerd, al had dat natuurlijk prima gekund. In dit geval is de docent tevens deeltijdstudent aan de tweedegraads lerarenopleiding wiskunde van de NHL Hogeschool in Groningen, en zijn gesprekken met leerlingen onderdeel van een opdracht voor didactiek van de wiskunde (zie het eind van dit artikel voor de beschrijving van de opdracht).
Aanleiding voor dit artikel zijn de mooie beschrijvingen die wij als opleiders hebben mogen lezen, de waardevolle inzichten die de studenten hebben opgedaan, de grappige uitspraken van leerlingen en de tips voor didactisch handelen. Dit artikel is daarmee tevens een pleidooi om af en toe kleine onderzoeksmethodieken in de eigen les in te zetten om zo een objectieve blik op je eigen praktijk te houden.

Hardop denken

De hele dag door neem je als docent beslissingen op basis van wat je hoort van leerlingen, in antwoorden op vragen of in onderlinge gesprekken. Met dertig leerlingen in de klas is het een hele opgave om alle opmerkingen en denkwijzen goed te interpreteren. Dat vraagt om ervaring, intuïtie en veronderstellingen over wat leerlingen denken. De vraag is natuurlijk of die veronderstellingen altijd kloppen. Om daarachter te komen zou je je eigen praktijk moeten onderzoeken. Dat klinkt als een zware klus, maar met gebruik van de kortdurende, praktische onderzoeksmethodiek ‘hardop denken’ kun je al snel, op een objectieve manier, informatie krijgen over hoe leerlingen denken, wat jou als docent weer kan helpen in het vormgeven van je onderwijs. Dit kan in, of vlak na de les, of in een tussenuur.
We noemen hardop denken met opzet een onderzoeksmethodiek, omdat er verschil is met handelen in de dagelijkse praktijk in de klas: in de les is het doel over het algemeen om iedere leerling zo efficiënt mogelijk zelf het antwoord op een vraagstuk te laten bedenken. Bij het hardop denken geef je een wiskundeopgave waarvan je je afvraagt hoe een vooraf gekozen leerling deze zal aanpakken, en je stelt daarbij wel vragen, maar je helpt

de leerling niet. Dit zelfopgelegde protocol dwingt je om objectiever te kijken naar je eigen praktijk.

Opdracht over stapels borden

Docent Anja Boelema verantwoordde de keuze voor het voorleggen van een opdracht (zie figuur 1) aan de leerlingen als volgt:
Het maken van een formule bij een tabel is een onderwerp dat veel is besproken in de klas. Leerlingen gebruiken vaak tabellen en passen graag toe 'wat je boven doet, doe je onder ook'. In de volgende tabel is dat niet mogelijk.
Bovendien kwam er een soortgelijke opgave als deze voor in het examen van kader 4 van afgelopen jaar. Hierin werden veel fouten gemaakt, omdat er geen rekening gehouden werd met het startgetal. Ik denk dat dit een erg interessante opgave is, die net wat meer inzicht vergt dan een tabel waarbij het startgetal en hellinggetal veel duidelijker zijn. Voor mij is dit een leerzame opdracht, die ik na de analyse graag in mijn les wil gaan gebruiken.

In onderstaande tabel staat de hoogte van stapels (dezelfde) borden:

aantal borden	5	10	12	16	...
hoogte	7,4	...	17,2	22,8	35,4

Vul de goede getallen in op de stippen.

figuur 1 Opgave voor vmbo kb/gt [1]

George Pólya (1887-1985) was een wiskundige die het 'leren denken' centraal stelde in zijn wiskundeonderwijs. Hij schreef in 1945 het boek *How to solve it?* waarin hij een aanpak in fasen suggereert voor het oplossen van wiskundige problemen.
De vier fases van probleem oplossen volgens Polya:

1. Het probleem begrijpen: Wat is het probleem? Wat is er gegeven? Wat wordt er precies gevraagd? Wat is een handige notatie?
2. Een plan maken: Wat kun je doen? Ken je een soortgelijk probleem?
3. Een plan uitvoeren: Doe het!
4. Terugblikken: Wat deed ik precies? Kon je niet van bepaalde vermoedens loskomen (fixering)? Kon je de zaak vanuit een andere invalshoek bekijken (blikwisseling)? Controleer of je berekeningen kloppen. Kijk of je kunt generaliseren. Wat heb je geleerd?

figuur 2 Polya's model om problemen op te lossen

Verhoudingstabel

De docent heeft helder voor ogen waarom ze deze opdracht voorlegt aan een aantal leerlingen. Het is natuurlijk belangrijk dat de opdracht zodanig ontworpen is dat er (hardop) denken wordt uitgelokt. Deze opdracht doet een beroep op probleemoplossende vaardigheden van de leerling (zie figuur 2).[2] De leerling die vanuit de context de opgave oplost, zal zich de situatie moeten kunnen voorstellen (door bijvoorbeeld een schets te maken) waardoor hij kan beredeneren dat je de starthoogte ook moet meenemen naast het hoogteverschil tussen twee borden.
De verwachting is dat de meeste leerlingen de tabel direct als een verhoudingstabel zien, en niet alle informatie gebruiken om zichzelf te controleren.

De docent heeft twee verschillende leerlingen geselecteerd; over één van deze leerlingen schrijft ze:
M. zit in klas kader 4. Vorig jaar is hij afgestroomd van tl3 naar kader 4. In kader 4 is hij vervolgens gezakt. Hij doet kader 4 dus voor de tweede keer.
M. is voor wiskunde een zwakke leerling die zijn best moet doen om het te begrijpen. Verder heeft M. soms creatieve oplossingen die opvallen. M. is snel tevreden en als hij iets meer inzet zou tonen en meer opgaven zou maken zou dat een verschil kunnen maken. Ik zal M. vragen of hij zijn antwoord kan controleren. Ik ben benieuwd wat voor inzicht dat geeft bij M. Hij zal niet gewend zijn die vraag aan zichzelf te stellen.

Het hardop denken van een leerling
Leerling: *Ja ik vind het best wel ingewikkeld. Als 5 borden 7,4 cm hoog zijn, dan wordt het bij 10 borden dus het dubbele. Namelijk 14,8 cm hoog.*
Als 16 borden 22,8 cm hoog zijn, dan ga ik proberen te berekenen hoeveel borden er zijn bij 35,4 cm hoogte. Dat doe ik door eerst te kijken wat de toename is bij 1 bord. 5 borden zijn 4,7 cm hoog. Dus ik doe 7,4 delen door 5 en dan weet ik de hoogte van 1 bord en dat is 1,48 cm.
Nu doe ik 22,8 – 14,8 = 8 cm om te kijken wat de hoogte is voor 6 borden. Dan probeer ik de hoogte van 16 borden plus de hoogte van 6 borden te doen om te kijken of ik uitkom op 35,4 cm hoog. Maar daar kom ik dus niet op uit, maar op 30,8 cm. Het is iets te weinig.
Docent: *De tijd is bijna op. Zou je nog een antwoord willen gokken?*
Leerling: *Dan gok ik op 25 borden.*
Docent: *Kun je je antwoord nu controleren?*
Leerling: *Ja, ik kan het controleren. Ik doe dan de hoogte van 5 borden + twee keer de hoogte van 10 borden. Dan kom ik dus uit op 7,4 + 2 x 14,8 = 37 cm hoog. Dat is dus te hoog. Dus dan kies ik toch voor 24 borden.*

Docent: *Kun je dat antwoord ook controleren?*
Leerling: *Nee dat lukt niet. O wacht, ik kan de hoogte van 12 borden twee keer doen. Dus dan heb ik 17,2 + 17,2 = 34,4. Dat is weer te laag...*

Wat je bij deze leerling ziet gebeuren in de opgave met de tabel is dat het principe van een verhoudingstabel wordt toegepast. Wanneer ik boven vermenigvuldig met twee wordt dat onder ook gedaan. Er wordt niet eerst nagegaan of in deze situatie uitgegaan mag worden van een verhoudingstabel, maar leerlingen associëren dit type tabel, waarin het over een concrete situatie van borden stapelen gaat, met het principe van een verhoudingstabel.

Reflectie

Als didactische aanbeveling schrijft de docent:
Door mee te kijken met de denkstappen van de leerlingen ben ik mij bewust geworden van een aantal dingen waar ik op wil gaan letten tijdens de uitleg over tabellen:
- *Bewuste oefening: wanneer is er sprake van een verhoudingstabel en wanneer van een (lineair) verband?*[1]
- *Zelf tabellen maken en op zoek gaan naar verbanden in praktijksituaties: productief leren. In plaats van een kunstje toepassen met getallen, bewust blijven van de context.*
- *Aanleren van het stellen van controlevragen.*
- *Leren om de context te begrijpen, in plaats van alleen naar de getallen te kijken. Meer focus op inzicht dan op trucjes.*

Opdracht over procenten

Wendy koopt een broek waarop 50% korting wordt gegeven. Bij de kassa krijgt ze op de laagste prijs een extra korting van 10%. Hoeveel procent korting heeft Wendy in totaal gekregen?

figuur 3 Opgave voor vmbo-gt[1]

Docent Dennis Hoogeveen heeft leerlinge L. geselecteerd. Ze is al twee keer gezakt voor haar vmbo-tl-examen, maar werkt wel heel hard. De docent is benieuwd hoe ze bij de opdracht uit figuur 3 het antwoord zal gaan controleren. Hij verwacht dat ze zal zeggen: 60% korting, en dat ze geen strategieën tot haar beschikking heeft om het antwoord op een of andere manier te controleren.

Het hardop denken van de leerling
Leerling leest de vraag, denkt even na en zegt 60%.
Docent: *Oké, dus je hebt de vraag gelezen en begrepen en je komt op 60%?*
Leerling: *Ja.*
Docent: *En wat heb je dan gedaan om op die 60% te komen?*
Leerling: *50 + 10*
Docent: *Oké. En dan is ook hier de vraag kun je ook controleren of dit klopt?*
Leerling herhaalt de vraag en de optelling, controleert 50 + 10 op rekenmachine.
Docent: *Kun je ook een manier bedenken dat je dit kunt narekenen?*
Leerling: *Als je de prijs weet.*

Hier loopt het hardop denken van de leerling vast. De leerling blijft herhalen dat als ze de prijs niet weet, ze niets kan narekenen, dus het antwoord blijft 60%.
De docent werd hiermee bevestigd in het vermoeden dat hij al had. De docent was nu wel benieuwd of de leerling met wat hints zou bedenken dat ze zelf een getallenvoorbeeld kan kiezen.

Docent: *Nu weet je geen prijs. Maar wat zou je kunnen doen?*
Leerling: *Eh, weet ik niet.*
Docent: *Maakte het uit wat de prijs was? Zou je een prijs kunnen bedenken en het narekenen?*
Leerling doet dit met 10 euro, rekent het na en komt erachter dat het 55% had moeten zijn.
Docent: *Wat vond je van deze vraag?*
Leerling: *Eerst gemakkelijk. Later lastig omdat er geen prijs bij stond en je niets kon berekenen.*

Van een andere leerling (ook vmbo-tl) vermoedt de docent dat hij wiskundig deze opgave wel aankan, maar dat hij wellicht een probleem zal hebben met het goed begrijpen van de opgave, omdat hij nog maar een paar jaar in Nederland woont.

Leerling: *(Lang stil) 60% korting gekregen. Eerst 50 en dan 10, dus dat is 60.*
Docent: *Zou je kunnen narekenen of dat klopt?*
Leerling: *Ja, bij de kassa krijgt ze gewoon een extra korting van 10% dus dat is 60%*
Docent: *Maar hoe zou je dat kunnen controleren?*
Leerling: *Nu vanzelf weet ik dat het goed is gewoon. Als ik zou moeten controleren dan pak ik gewoon een getal erbij.*
Docent: *Dus je neemt een bedrag voor de broek. Hoeveel dan?*
Leerling: *Gewoon 5 euro.*
Docent: *Is dat een gemakkelijk bedrag?*

Leerling: *Ja want ik heb geen moeite met procenten.*
Docent: *Oké. Dus de broek kost 5 euro. En dan?*
Leerling: *Dus dat is dan ...3 en dan nog tien bij de kassa en dan is dat 3 euro korting.*
Docent: *Is dat dan een controle?*
Leerling: *Nee is eigenlijk geen controle. Bij deze vraag is geen controle. Het is gewoon duidelijk toch?*

Op dit moment besluit de docent om samen met de leerling de opgave nog een keer te lezen. De docent benadrukt dat er eerst 50% af gaat, en dan 10%, en vraagt aan de leerling of dat hetzelfde oplevert.
Leerling: *Nee dan niet, dan klopt het niet meer. Dan is het lager de korting.*

Reflectie

De eerste leerling begrijpt het probleem wel (fase 1 van Polya), maar weet niet dat ze zelf met getallenvoorbeelden zou kunnen werken om het probleem op te lossen - een heuristiek waar Polya op wijst bij fase 2, een plan maken voor het oplossen van een probleem ('neem een getallenvoorbeeld'). Je zou ook kunnen zeggen dat ze wel een plan heeft voor het oplossen van het probleem (namelijk: het optellen van de percentages) maar dan in fase 4 vastloopt, omdat ze geen handvatten heeft om haar antwoord te controleren.
De docent is benieuwd of ze daar met wat hulp wel zelf op komt, maar dat doet ze niet. Als hij dan zegt dat ze een prijs mag kiezen, dan laat ze wel zien dat ze het probleem begrepen heeft, en dat ze de berekeningen goed kan uitvoeren. Haar probleemoplossende vaardigheden zijn echter duidelijk niet voldoende ontwikkeld om zelf een strategie te bedenken.
De tweede leerling lijkt in fase 1 (het probleem begrijpen) te stranden. Dit blijkt bij het controleren van het antwoord: hij bedenkt wel dat hij met een getallenvoorbeeld kan controleren of z'n antwoord klopt, maar hij heeft '10% van de laagste prijs' geïnterpreteerd als '10% van de prijs'. Op het moment dat dat doordringt laat hij zien dit probleem op te kunnen lossen.

De docent schrijft als reflectie:
Het gaat om het stellen van de juiste vragen die zorgen dat het denkproces blijft doorgaan. Volgens mij levert dit instrument van het hardop denken dan de meeste informatie op.

Valkuilen

Zoals hierboven is te lezen, wordt het hardop denken van de leerlingen als leerzaam ervaren door de docenten die de interviews uitvoeren. We hopen dan ook dat de lezer hierdoor inspiratie opdoet!
Mocht 'je dit zelf willen uitvoeren, waak dan voor de volgende valkuilen:

- Kies niet een 'te gemakkelijke opdracht, omdat je bang bent dat de leerling het anders niet kan.
- Grijp niet te snel in en zeg niet te snel voor, maar stel 'de juiste vragen' om het denken te stimuleren - ook al zal dat zeker oefening vergen. Het doel is iets te weten te komen over hoe de leerling een probleem aanpakt, om op basis daarvan indien nodig je lespraktijk aan te passen.

Conclusie

De leerling leert wiskunde in onze lessen - maar wat leert hij precies, en hoe past hij zijn kennis toe? Als je vanuit nieuwsgierigheid en/of een bepaalde vraag de hier beschreven methodiek inzet, hoeft dat niet veel tijd te kosten. Je kunt ervoor kiezen om ook audio-opnamen te maken en die later nog eens terug te luisteren of te bespreken met een collega. Maar dat hoeft natuurlijk niet, ook zonder zulke opnamen kan het je veel opleveren: verwondering en inzicht in het denkproces. Je kijkt weer met een frisse blik naar je leerlingen, en je krijgt genoeg input om je lessen aan te passen!

Onderdelen van de opdracht in de lerarenopleiding, met doel en afname-instructies

Doel:
Je krijgt zicht op het denken van de leerling op didactisch bekende knelpunten, met behulp van een onderzoeksmethode, en leidt hieruit acties af voor je eigen praktijk.

Opdracht
Neem een opdrachtgebaseerd interview af met twee verschillende leerlingen, waarbij de leerling drie opdrachten krijgt. Kies twee leerlingen die in wiskundig niveau verschillen (sterk, zwak, gemiddeld). De bedoeling van het interview is antwoord te vinden op de volgende vragen:

- Welke werkwijzen gebruiken leerlingen bij het oplossen van een probleem?
- Welke verschillen en overeenkomsten tussen leerlingen zijn zichtbaar?
- Wat betekent dit voor jouw lespraktijk?

Vooraf:
Instructie voor de leerling:
Ik wil graag dat je deze opdracht hard-op-denkend oplost. Ik ben namelijk benieuwd hoe leerlingen dit soort opdrachten oplossen. Ik geef tijdens het maken van de opdracht geen aanwijzingen of hulp en vertel ook niet of je een som goed hebt gemaakt.
Je mag tijdens het maken een rekenmachine gebruiken. Als je een opdracht af hebt, vraag ik altijd of je het antwoord kunt controleren.
Ik wens je veel succes bij het werken aan de opdracht.

Tijdens de opdracht:
Als interviewer geen aanwijzingen geven aan de leerling.
Probeer reacties van leerlingen te spiegelen en introduceer zelf geen andere woorden of begrippen dan de leerling zelf noemt.
Reageer niet negatief, maar neutraal op fouten en verkeerde antwoorden, maar ook op goede antwoorden.
Als een leerling enige tijd denkt, vraag dan na maximaal 1 minuut: kun je vertellen waarover je nadenkt?

Na het afronden van de opdracht(en):
Vraag de leerling wat hij / zij ervan vond.
Vraag de leerling of hij / zij de opdracht lastig vond en waarom.

Opdrachten (uit toetswijzer DTT)

Opdracht 1
In onderstaande tabel staat de hoogte van stapels (dezelfde) borden:

aantal borden	5	10	12	16	...
hoogte	7,4	...	17,2	22,8	35,4

Vul de goede getallen in op de stippen.

Opdracht 2
Wendy koopt een broek waarop 50% korting wordt gegeven. Bij de kassa krijgt ze op de laagste prijs een extra korting van 10%.
Hoeveel procent korting heeft Wendy in totaal gekregen?

NOTEN

[1] CITO (2016). *Toetswijzer Diagnostische Tussentijdse Toets*. Te downloaden op: https://www.pilotdtt.nl/documenten/publicaties/2014/12/15/toetswijzer-dtt
[2] Pólya, G. (1945). *How to solve it?* Princeton: Princeton University Press.
[3] Buijs, K. en Zwaart, P. van der (2006). *Aandachtsgebieden voor een doorgaande lijn rekenen-wiskunde van po naar vmbo*. Enschede: SLO Werken aan leren

Over de auteurs

Nelleke den Braber en Dédé de Haan zijn allebei verbonden aan de lerarenopleiding wiskunde van de NHL Hogeschool in Leeuwarden en Groningen. E-mailadressen: *nelleke.den.braber@nhl.nl* en *d.l.de.haan@nhl.nl*.

WISKUNDIGE DENKACTIVITEITEN (WDA) IN HET VMBO

ERVARINGEN VAN DOCENTEN

Mieke Abels

In de nieuwe examenprogramma's wiskunde voor havo en vwo die vanaf 2015 van kracht zijn, is een belangrijk leerdoel het bevorderen van wiskundige denkactiviteiten (WDA). Dit betekent dat van de leerlingen wordt verwacht dat ze zelfstandig meerdere denkstappen maken om tot een oplossing te komen. De leerlingen worden dus minder door een opgave heen 'geleid' dan nu vaak het geval is. Tijdens een cursus van het Freudenthalinstituut zijn docenten aan de slag gegaan met WDA. In dit artikel vertellen drie docenten over hun ervaringen.

Denkactief

In 2014 heeft het Freudenthal Instituut een cursus WDA ontwikkeld voor docenten in het voortgezet onderwijs. Tijdens vier bijeenkomsten wordt ingegaan op het hoe en waarom van wiskundige denkactiviteiten. Er wordt aandacht besteed aan het ontwerpen van denkactiviteiten, aan werkvormen en aan de begeleiding en beoordeling van leerlingen. Omdat het zelf ontwerpen van denkactiverende opdrachten lastig is, wordt ook aandacht gegeven aan het herontwerpen van opdrachten uit het boek. Ook de mogelijkheid om leerlingen met kleine stapjes denkactiever te maken wordt besproken. Tijdens de afgelopen cursussen hebben de deelnemers allerlei denkactiviteiten ontworpen, uitgeprobeerd in de les en daarover een reflectieverslag geschreven. Zij hebben persoonlijke feedback gekregen op hun verslagen. Hieronder staan de reflectieverslagen van drie docenten die hun vmbo-leerlingen denkactieve opdrachten hebben gegeven.

Voorbeeld 1 Metriek stelsel

Carin Schoondermark, 2 vmbo-t (6e lesuur)
vrijdag, december 2015

Voorbereiding van de les

Ik wil in deze les de leerlingen laten werken met het metriek stelsel. Vorige keer heb ik het metriek stelsel behandeld. We hebben 'de rij' op het bord gezet en eerst samen geoefend. Daarna hebben de leerlingen opdrachten gemaakt uit een boek. Huiswerk was het afmaken van deze opgaven en het leren van de volgorde van de maten van het metriek stelsel.
De denkactiviteit heb ik gepland voor het begin van de les. Ik heb veertien kaartjes gemaakt waarmee de leerlingen het memoryspel moeten spelen (zie figuur 1).

400 km	400000 m
4 km	4000 m
4 hm	40 dam
4 m	4000 mm
4 dm	40 cm
4 cm	0,004 m
4 mm	0,4 cm

figuur 1 Memory met lengtematen

Ze spelen het memoryspel in tweetallen. Iedereen kent de regels van het spel, dus er is weinig uitleg nodig. Wel is het veel werk om alle kaartjes uit te knippen, maar je kunt de kaartjes vaker gebruiken, dus dat is weer een voordeel. Vanwege het succes heb ik het spel herhaald met oppervlaktematen (zie figuur 2).

400 hm^2	400 ha
4 km^2	4000000 m^2
4 hm^2	400 dam^2
4 m^2	4000000 mm^2
4 dm^2	400 cm^2
4 cm^2	0,00004 m^2
4 mm^2	0,04 cm^2

figuur 2 Memory met oppervlaktematen

Het geheel neemt tien minuten van de les in beslag.

Gang van zaken in de les

De kinderen waren erg enthousiast en ook competitief. Ze wilden allemaal winnen. Er ontstonden ook mooie discussies tussen de tweetallen over welke kaartjes nu bij elkaar horen. Samen kwamen ze er altijd goed uit. Ik had bijna geen rol tijdens de oefening. Leerlingen waren enthousiast aan het werk en vroegen zelf om herhaling. Ze wilden het spel vaker spelen.



figuur 3 Leerlingen spelen het memoryspel

Terugblik op de les

Ik kijk positief terug op deze les en ook op de vervolgles met de oppervlaktematen. Leerlingen zijn op deze manier heel actief aan het werk. Ik vind het ook fijn dat de lesactiviteit maar tien minuten in beslag neemt, zodat er in de les ook nog tijd overblijft voor uitleg en andere activiteiten, daarna kun je zelf nog andere dingen uitleggen. Doordat ze het leuk vonden om te beginnen met deze activiteit, had ik het gevoel dat de aandacht er de rest van de les ook beter bij was.

Voorbeeld 2 Cilinder

Tonneke van Bemmel, vmbo-tl klas 3a (3e lesuur) en klas 3c (5e lesuur)
maandag 13 april 2015

Voorbereiding van de les

De vorige les ben ik met het hoofdstuk 'Oppervlakte en inhoud' begonnen. Ik heb de nadruk in die les gelegd op het metriek stelsel. Verder hebben de leerlingen de formulekaart gekregen zoals die ook op het examen is afgedrukt.
Ik heb de leerlingen aan het begin van de les verteld dat ik met een cursus bezig ben en eens op een andere manier wil beginnen.
Ik heb voor de oppervlakte van een cilinder gekozen omdat veel leerlingen dit maar niet door krijgen. Ze berekenen meestal de inhoud als ze de oppervlakte moeten berekenen. Ik heb heel veel vragen uit de originele opdracht geschrapt.

Ik zie deze opdracht (figuur 4) als een startopdracht, om leerlingen te prikkelen.
Ik hoop dat het nu beter blijft hangen.

Startopdracht: oppervlakte van een cilinder
Voor een blik met een inhoud van 1 liter kan een fabrikant kiezen uit een blik met een hoogte van 12,8 cm en een diameter van de bodem van 10cm of een hoogte van 19,9 cm en een diameter van de bodem van 8 cm.

De fabrikant wil zo min mogelijk materiaalkosten hebben.

Welk blik moet hij dan kiezen?

Bedenk eerst hoe je achter het antwoord kunt komen. Schrijf alle denkstappen op!

figuur 4

Gang van zaken in de les
De leerlingen mochten in groepjes van twee of drie eraan werken. Ze moesten alles op het blad schrijven. Ik heb aangegeven dat ik benieuwd was wie het als eerste wist. Sommige leerlingen begonnen met het tekenen van twee cilinders met de maten erbij, anderen schreven 12,8 x 10 op en riepen dat ze het hadden. Er werd op schaal getekend (niet de uitslag!) anderen kregen niets op papier.
Na vijf minuten heb ik de eerste tip gegeven: ‘Maak gebruik van een uitslag / bouwplaat van de cilinder.’
In de ene klas kwam een groepje er nu uit, zeer enthousiast dat het gelukt was. Ze vroegen of ze het de anderen mochten uitleggen.
In de andere klas lukte het nog niet. De ‘deksels’ werden uitgerekend maar daarna wisten ze nog niet hoe ze verder moesten gaan.
Na weer vijf minuten heb ik de tweede tip gegeven.
Ik heb een blaadje opgerold zodat je een cilinder krijgt en gezegd: ‘Stel dat je deze cilinder doorknipt dan krijg je dit ...’
Niet iedereen lukt het om nu zelf te zien dat de omtrek van de cirkel gebruikt moet worden.
Na afloop heb ik het samengevat op het bord met een tekening van een uitslag en een algemene berekening.

‘HET LIJKT WEL DAT DE LEERLINGEN DOOR DE WDA SNELLER EN BETER LEREN DAN DE KOOKBOEKMANIER VAN DE METHODE.’

Terugblik op de les
Ik weet zeker dat ik dit soort opdrachten vaker zal gebruiken. De leerlingen vinden het leuk om eraan te werken, leuker dan sommen uit het boek te maken. Ze zijn er enthousiast mee bezig.
Misschien was deze keer de vraag iets te moeilijk, maar ze gaven het niet op. Ik ben dan ook benieuwd of het beter blijft hangen.
Ik ga ook iets bedenken als afsluiting van het hoofdstuk.

Voorbeeld 3 Woordformule

Arie Brand, vmbo-k klas B1 (2e lesuur)
maandag 13 april 2015

Voorbereiding van de les
De klas is net begonnen met hoofdstuk 8: ‘Woordformules’. Dit hoofdstuk is een vervolg van het hoofdstuk 6: ‘Tabel en grafiek’. In het hoofdstuk worden de woordformules gegeven met als opdracht om ontbrekende getallen (begingetal en/of stapgrootte) in te vullen. Als WDA heb ik bedacht om van het verhaaltje van een opgave uit hoofdstuk 6 een woordformule te maken. Voor deze opdracht is slechts weinig tijd nodig. De opdracht heb ik op het bord geprojecteerd, zonder al te veel toelichting.
In figuur 5 staat een stukje van een opgave uit hoofdstuk 6 (zie figuur 6).

Opdracht: Schrijf bij dit verhaaltje de woordformule waarmee je bij een aantal kranten de totale verdienste berekent.

Raymon heeft een krantenwijk. Voor elk adres krijgt hij € 1,75 per maand. Hij krijgt ook een onkostenvergoeding voor zijn fiets.
De onkostenvergoeding is elke maand € 12,-.

figuur 5

Hulpvragen om achter de hand te houden wanneer een leerling vastzit:
— Waarmee begint een woordformule?
— Wat is het begingetal?
— Wat is de stapgrootte?

Gang van zaken in de les
Het verliep bijzonder vlot. Tijdens het langslopen zag ik heel veel goed gaan. Ik heb een leerling die de opdracht gedeeltelijk goed had zijn antwoord op het bord laten schrijven. (Hij was vergeten met de woorden totale verdienste = te beginnen.) Vervolgens heb ik de klas gevraagd wat er vergeten was. Ook daarop kreeg ik het goede antwoord. Slechts een enkele leerling had helemaal geen antwoord gevonden. Na de WDA zijn de leerlingen gaan werken aan het huiswerk voor de volgende keer. De leerlingen die met de WDA vastliepen heb ik toen nog even geholpen met het werk.

Terugblik op de les
Ik had niet verwacht dat er zo vlot een goed antwoord zou komen. Voorgaande jaren werd dit hoofdstuk als heel lastig ervaren. Het lijkt wel dat de leerlingen door de WDA sneller en beter leren dan de kookboekmanier van de methode. Of dat werkelijk zo is moet ik nog wel gaan ervaren, maar als ik zie hoe de klas zonder veel uitleg verder gewerkt heeft met de opgaven uit het boek lijkt het wel of ze gewoon wakker geschud zijn. Wat ik nu anders gedaan heb, is vooral de leerlingen die vastliepen zover helpen dat ze in ieder geval begrepen wat ze fout hebben gedaan. De valkuil voor met name de lagere niveaus is dat wanneer je de leerlingen iets moeilijks laat doen, de zwakken uit de boot vallen en daardoor ontmoedigd worden.

Raymond heeft een krantenwijk.
Voor elk adres waar hij een krant bezorgt krijgt hij € 1,75 per maand.
Hij krijgt ook een onkostenvergoeding voor zijn fiets.
Dat is elke maand een vast bedrag van 12 euro.



O 32 Hoeveel verdient Raymond per maand als hij dertig adressen heeft?
Kies uit:

€ 412,50 | € 52,50 | € 64,50

O 33 Hoeveel verdient Raymond als hij zestig adressen heeft?

34 werkboek
Vul de tabel verder in.

INKOMSTEN RAYMOND PER MAAND

aantal adressen	0	10	20	30	40	50	60
inkomsten in euro	12						

35 Waarom begint de tabel met 0 / 12 ?

36 werkboek
Is er een regelmatige toename in de tabel?

37 werkboek
Raymond zegt: 'Eerst bracht ik op 30 adressen kranten rond. Nu heb ik 60 adressen. Toch verdien ik niet twee keer zoveel.'
Leg uit hoe dat komt.

figuur 6

Conclusie
Docenten kunnen met relatief kleine aanpassingen in de werkvorm (voorbeeld 1) de leerlingen aanzetten tot nadenken.
Door het herontwerpen van bestaande opdrachten (voorbeelden 2 en 3) kunnen met kleine stappen de leerlingen voorbereid worden op het aanpakken van wiskundige denkactiviteiten.
Handig zijn ook de aanwijzingen en tips voor de docent die te vinden zijn op:
https://www.leraar24.nl/wiskundige-denkactiviteiten-in-praktijk.
In *Euclides* 91/7 stelde Marko Meijer de vraag of WDA ook mogelijk is in het vmbo. Hij liet in zijn artikel met een overtuigend voorbeeld zien dat het antwoord op deze vraag 'ja' is. De drie recentere voorbeelden hierboven beschreven bevestigen dit ook.

Over de auteur
Mieke Abels is ontwikkelaar/onderzoeker bij het Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht.
E-mailadres: *M.J.Abels@uu.nl*

Kopieerbladen bij het memoryspel over het metriek stelsel zijn te vinden op de site.

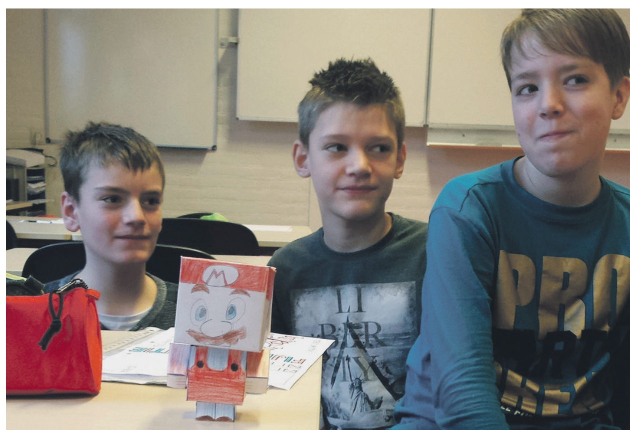


www.nvvw.nl/vmbospecialeuclides/

WDA OOK MOGELIJK VOOR HET VMBO?*

Marko Meijer

Marko Meijer vroeg zich af of de wiskundige denkactiviteiten voorbehouden waren voor havo en vwo of dat ze op het vmbo ook ingezet konden worden. Zijn leerlingen gaven een overtuigend antwoord op deze vraag: 'Meneer wanneer gaan we dit weer doen?'



figuur 1 Mike, Sem en Mark met hun Mario

Wiskundige denk-activiteit

Sinds ik werkzaam ben in het onderwijs, verbaas ik mij regelmatig over het grote aanbod aan projecten en activiteiten bij wiskunde voor havo- en vwo-leerlingen. De wiskundige denkactiviteiten die ontwikkeld worden zijn uitdagend, nodigen uit tot creatief denken, doen een groot beroep op probleemoplossend denken en zijn vooral super leuk voor de leerling! Juist om deze reden ben ik verrast door het minimale aanbod voor de grootste groep uit ons onderwijs, het vmbo. Mijns inziens is het juist voor deze groep leerlingen inspirerend en goed om het boek eens opzij te leggen en op een andere manier kennis op te doen over het vak wiskunde.

Mijn zoektocht

Binnen mijn zoektocht naar eigentijds onderwijs, gericht op de vmbo-leerlingen, stuitte ik op de *21st century skills*. Dit zette mij tot nadenken over hoe ik opdrachten aan mijn leerlingen kan aanbieden. Waar ik in het verleden opdrachten voor mijn vmbo-leerlingen voorstructureerde, besloot ik nu om de opdracht heel open aan te bieden, zonder na te denken hoe het leerproces van de leerling zich zou ontwikkelen en met een zeer verrassend resultaat!

'UITDAGING IN DE VORM VAN OPEN OPDRACHTEN ZORGT ERVOOR DAT LEERLINGEN PROBLEEMOPLOSSEND GAAN DENKEN, CREATIEF EN INNOVATIEF ZIJN.'

Ontwerp je eigen bouwplaat

Om aan te sluiten bij hoofdstuk 7 *Ruimtefiguren* uit deel 1 van *Moderne Wiskunde* tl/havo besloot ik de leerlingen een eigen bouwplaat te laten ontwerpen. De leerlingen gingen eerst op het internet op zoek naar voorbeelden van ontwerpen die zij graag wilden maken.
Daarna tekenden zij hun bouwplaat in het klad, hetgeen direct tot vragen leidde:

Meneer, mijn puntjes van deze achthoek komen niet mooi tegenover elkaar te liggen.

Ofwel: hoe teken ik een regelmatig achtvlak als grondvlak voor mijn gekozen prisma?

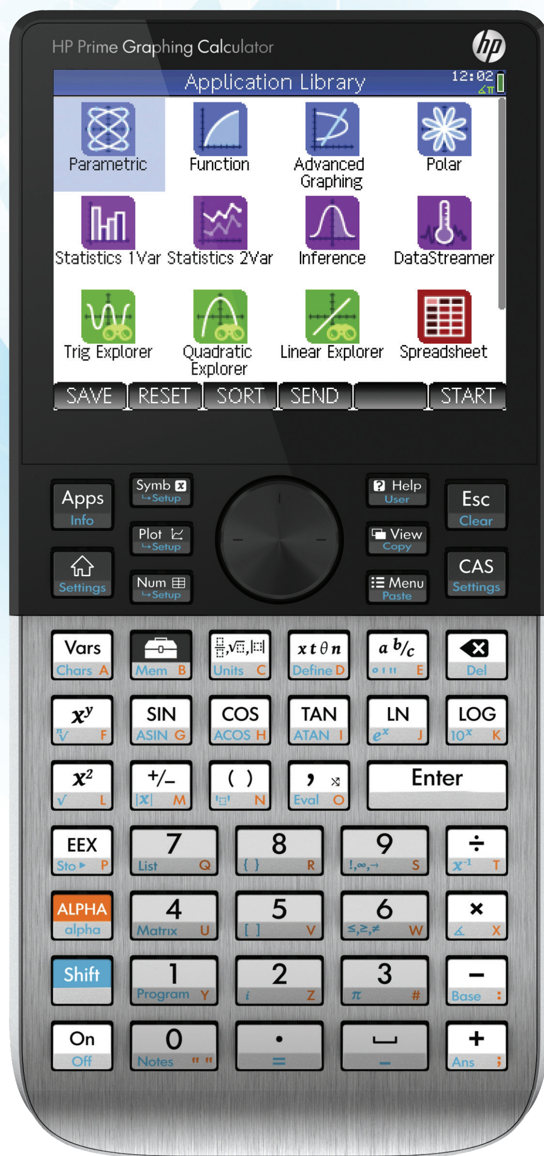
Meneer, als ik mijn piramide omhoog vouw, dan komt het bovenin niet mooi samen.

Ofwel: hoe construeer ik een gelijkbenige driehoek?



figuur 2 Lars en Barry bouwen een huis, Lisanne maakt een piramideboom

* Dit artikel is eerder verschenen in *Euclides 91*(7).

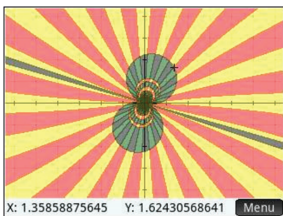


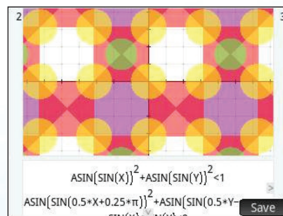
New Body & New Brain

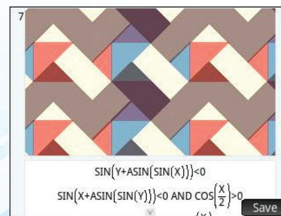
HP Prime

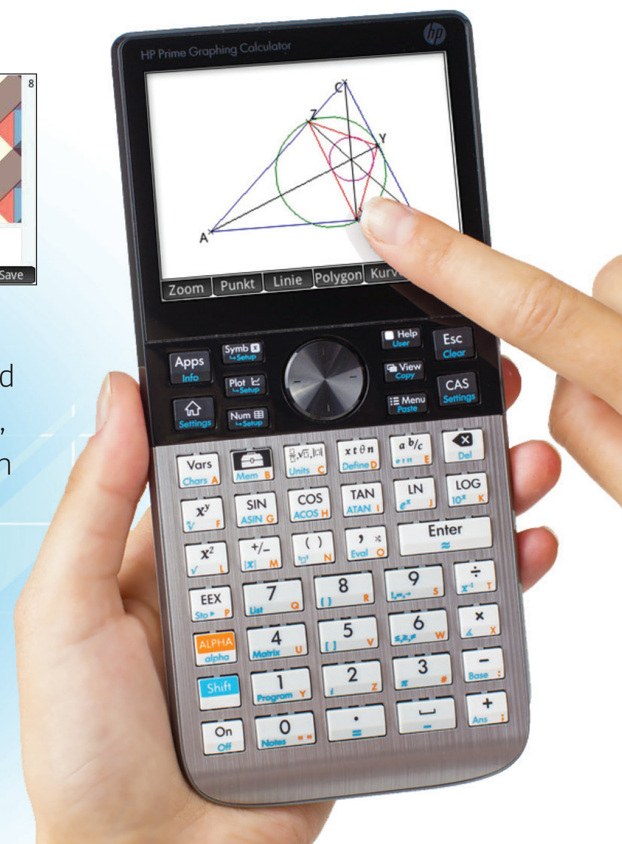


- **SNELLER**
  door 100x meer rekenkracht
- **INTUÏTIEVER**
  door hoge resolutie touchscreen
- **HANDIGER**
  door menu met apps
- **VEILIGER**
  door CvTE-goedgekeurde examenstand met 3 LEDs en (optioneel) extra wachtwoord, starten met 1 druk op knop
- **GOEDKOPER**
  door gratis emulator software
- **TOEKOMSTGERICHT**
  door aanwezigheid van CAS en programmeer-mogelijkheden









De HP Prime kost voor uw leerlingen hetzelfde als wat ze nu gewend zijn, maar ze krijgen zoveel meer. Download nu al de app in de Apple, Windows of Android Store om kennis te maken met de Prime. Bij een workshop krijgt u als docenten uw eigen model van ons cadeau.

Voor meer informatie gaat u naar:

www.hp-prime.nl

of neem contact op via **info@hp-prime.nl**

Meneer, ik heb bij mijn ontwerp van Mario het vierkant 7 bij 7 cm in plaats van 5 bij 5 cm getekend, maar wat moet ik nu bij de andere getallen doen.
Ofwel: hoe kan ik rekenen met vergrotingsfactoren?

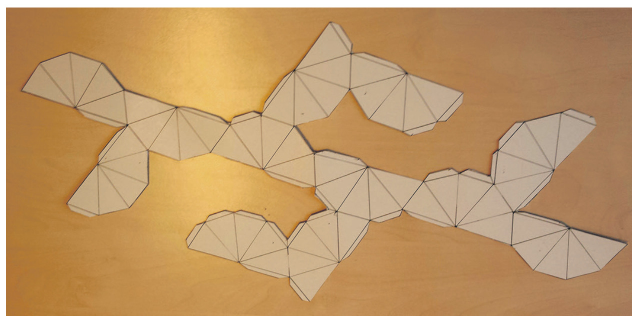
Meneer, bij ons ontwerp van de kleine sterdodecaëder komen de driehoekjes niet hetzelfde eruit te zien als bij het voorbeeld.

Ofwel: hoe teken ik vijf gelijkbenige driehoeken langs een gestrekte hoek?

In alle gevallen zijn de leerlingen zelf op zoek gegaan naar oplossingen. Zij zijn gaan nadenken (met behulp van mijn hulpvragen) over welke problemen zij eigenlijk tegen aanliepen. Op het internet vonden zij filmpjes die hen hielpen om verder te gaan met de opdracht en soms kregen zij de uitleg die nodig was.



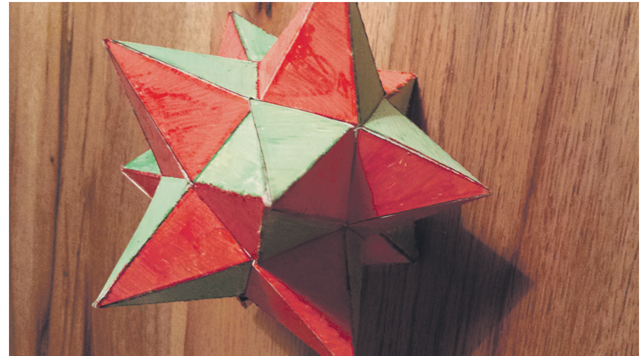
figuur 3 Saned en Ryan met hun auto



figuur 4 Bouwplaat van sterdodecaëder

Opbrengst

In alle gevallen ging het om kennis die zij nog niet beheersten. Doordat zij hier zelf naar op zoek zijn gegaan, was de leeropbrengst zeer hoog! Het rekenen met factoren, het tekenen op schaal, het tekenen van hoeken, het construeren van een regelmatig zes- en achtvlak en gelijkzijdige en gelijkbenige driehoeken, inzicht in symmetrie en het ontwerpen van bouwplaten met de bijbehorende plakranden: het zijn allemaal onderwerpen die bij deze open opdracht *ontwerp je eigen bouwplaat* naar voren kwamen.



figuur 5 Sterdodecaëder

Daarnaast kon ik binnen deze opdracht goed differentieren. Van een kubus tot een prisma met een achthoekig grondvlak, van een piramide tot een octaëder, van een huisje tot een kleine sterdodecaëder en van een autootje tot een vergroting van Mario, iedere leerling werkte binnen zijn of haar mogelijkheden. Dit maakte de opdracht voor iedere leerling aantrekkelijk en zinvol.

Deze opdracht heeft mijn ogen geopend! Vmbo leerlingen zijn ontzettend creatief. Structuur in de pedagogische aanpak is zeer belangrijk, maar uitdaging in de vorm van open opdrachten zorgt ervoor dat leerlingen probleemoplossend gaan denken, creatief en innovatief zijn. Dit alles draagt bij aan de 21ste eeuw vaardigheden die nodig zijn in de huidige maatschappij!

Over de auteur

Marko Meijer is docent wiskunde aan het C.S.G. Jan Arentsz, te Alkmaar. E-mailadres: *mmeijer@ja.nl*

NIEUW VMBO

Jacqueline Kerkhoffs

Op 1 september 2017 zijn alle vmbo-scholen overgestapt op de nieuwe beroepsgerichte profielen in het vmbo. Afgelopen schooljaar 2016-2017 had 80% van de scholen de overstap al gemaakt. 50 pilotscholen zijn hen weer voorgegaan. Een grote operatie die tot doel heeft de nieuwe beroepsgerichte programma's actueel, overzichtelijk en organiseerbaar te maken. Onderzoek moet de komende jaren uitwijzen of dat is gelukt. En hebben wiskunde en rekenen dan ook een goede positie gekregen?

Redenen voor verandering

Sinds de invoering van het vmbo (1997) waren de examenprogramma's voor de beroepsgerichte vakken inhoudelijk niet meer veranderd, terwijl het vervolgonderwijs en het beroepenveld enorme veranderingen hebben doorgemaakt. Denk alleen maar aan allerlei technologische vernieuwingen: als leerlingen nu het geluid van het inbellen van een modem horen, hebben ze geen idee wat ze horen. Daar kwam bij dat het leerlingenaantal in het vmbo is teruggelopen, wat met name in de sector Techniek tot gevolg had dat scholen de veertien verschillende afdelingen niet meer overeind konden houden. Ten slotte is vanaf 1997 het inzicht ontstaan dat leerlingen geholpen moeten worden met het maken van keuzes en dat er in het vmbo aandacht moet zijn voor loopbaanoriëntatie en -begeleiding (LOB). De noodzaak tot actualisering, terugdringen van het aantal afdelingen en aandacht voor LOB maakten dat OCW in 2011 de opdracht gaf tot vernieuwing van het vmbo. Daarbij werd als voorwaarde gesteld dat het een 'incrementeel' proces moest zijn, wat inhoudt dat er zou worden samengewerkt met het veld en wensen van scholen zo veel mogelijk gerealiseerd zouden moeten worden.

Organisatie

Eind 2011 zijn de verschillende groepen die bij de ontwikkeling van nieuwe examenprogramma's betrokken zijn geïnstalleerd:

– Klankbordgroepen met scholen. In eerste instantie hadden zij tot taak te reflecteren op voorstellen. Vanaf 2013 zijn de klankbordscholen pilotscholen geworden en werd hun taak om in de praktijk, met leerlingen, te werken op basis van de nieuwe examenprogramma's. In totaal hebben ruim 50 pilotscholen met ongeveer 7.000 leerlingen deelgenomen aan de pilot en zijn er drie keer pilotexamens afgenomen.
– Ontwikkelgroepen per sector. Zij hadden tot taak de nieuwe examenprogramma's te ontwikkelen.
– Sectorvernieuwingscommissies per sector. Zij gaven sturing aan de ontwikkelgroepen, bespraken conceptexamenprogramma's en boden deze aan de regiegroep aan die ze moest vaststellen.
– Regiegroep. Deze groep adviseerde de minister over zowel de examenprogramma's als de daarbij horende wet- en regelgeving.

In alle groepen hadden docenten van het vmbo en het mbo zitting. Via sectoradviescommissies werd het bedrijfsleven betrokken bij de ontwikkeling van de examenprogramma's.

Ontwikkelproces met pilotscholen

In verschillende ontwikkelrondes zijn examenprogramma's ontwikkeld voor tien profielen. Gedurende het ontwikkelproces is steeds aan het veld gevraagd: Wat vinden jullie ervan? Wat moet anders, beter? Met name de klankbord/pilotscholen speelden in dit proces een belangrijke rol. Gelukkig reageerden deze scholen: 'Er werd ook echt naar ons geluisterd'. Eén van de wensen van scholen was het CSPE (centraal examen voor de beroepsgerichte programma's) af te kunnen nemen in leerjaar 3. Sinds 2017 is dit mogelijk.
Pilotscholen kwamen vijf keer per jaar bij elkaar om ervaringen uit te wisselen, van elkaar te leren en als adviseur van OCW op te treden. Tijdens een van de laatste pilotbijeenkomsten zei een van de aanwezigen: 'Hoe kan ik het nieuwe vmbo uitleggen aan leerlingen en ouders? Het is allemaal veel te ingewikkeld!' Vanuit de zaal kwam toen als reactie: 'Het vmbo was al niet eenvoudig, maar er staat nu een structuur die we zelf wilden'.

Nieuwe inhoud en structuur

'Nieuw vmbo' betekent niet alleen nieuwe examenprogramma's, dus nieuwe inhoud, maar ook een nieuwe structuur van de beroepsgerichte programma's. Het programma bestaat uit een vast deel (het profielvak) en een flexibel deel (de keuzevakken). Beide maken ongeveer vijftig procent deel uit van het programma. Om optimaal recht te doen aan de oriëntatie en keuzeprocessen van leerlingen, hebben ze de mogelijkheid vijftig procent van het programma zelf samen te stellen. Een leerling die er bijvoorbeeld na het profielvak bouwen, wonen en interieur (BWI) achter komt dat hij werken met hout toch niet zo leuk vindt, kan zich bijvoorbeeld oriënteren op de horeca en/of de zorg. Hiermee wordt de mogelijkheid geboden

om levensechte ervaringen op te doen in verschillende branches en op basis daarvan keuzes te maken. Dat leidt ertoe dat die leerling niet zijn tijd op het vmbo uitzit in een programma dat hem niet aanspreekt en een bewuste keuze kan maken voor een mbo-opleiding.
Scholen moeten erg wennen aan deze nieuwe structuur. Maar pilotscholen geven aan dat leerlingen veel meer gemotiveerd zijn, hogere cijfers halen en meer bewuste keuzes maken. Vooral over de keuzevakken zijn de pilotscholen erg enthousiast. De eerlijkheid gebiedt te zeggen dat dat wel even heeft geduurd, want een vakdocent kan niet meer zoveel vakinhoud kwijt in het profielvak als hij gewend was. Maar over de hele line heeft het vmbo zijn beroepsvoorbereidende karakter teruggekregen.

Wiskunde/rekenen in het nieuwe vmbo

De sectorgebonden vakken zijn gebleven zoals ze waren, alleen heten ze tegenwoordig profielgebonden avo-vakken. In de profielen Groen, Maritiem en Techniek (MaT), Bouwen, wonen en interieur (BWI), Produceren, installeren en energie (PIE), Media vormgeving en ict (MVI) en Mobiliteit en Transport (M&T) is wiskunde een verplicht, profielgebonden avo-vak. Bij de andere vier profielen (Economie en ondernemen E&O, Horeca, bakkerij en recreatie HBR, Zorg & welzijn Z&W en D&P) kunnen leerlingen wiskunde kiezen als profielgebonden avo-vak. Bijzonder daarbij is het nieuwe profiel Dienstverlening en producten (D&P), een leerling moet dan twee vakken kiezen uit: wiskunde, Nask1, economie en biologie. De keuze voor avo-vakken is voor deze leerlingen beperkter dan voorheen.
In de nieuwe doorstroomregeling vmbo-mbo wordt voorgesteld voor de doorstroom naar mbo-techniek-opleidingen wiskunde verplicht te stellen.
De komende tijd wordt, in het kader van Sterk Beroepsonderwijs (brief mei 2017 van de MBO raad aan OCW) en Curriculum.nu, onderzocht of voor wiskunde eenzelfde structuur ontwikkeld kan worden als voor de beroepsgerichte programma's, bestaande uit een vast kerndeel en een flexibel keuzedeel. Ook dan gaat het weer om een incrementeel proces met grote betrokkenheid van scholen.

Als je vragen of ideeën hebt over een mogelijk nieuwe invulling van wiskunde voor het vmbo, dan roepen wij je op contact te zoeken met de werkgroep vmbo van de NVvW (t.a.v. Ruud Jongeling (voorzitter van de werkgroep). E-mail: *rj.jongeling@kpnmail.nl*)

Met informatie over nieuw vmbo lees je op *http://nieuwvmbo.nl/*

Over de auteur

Jacqueline Kerkhoffs is directeur van de Stichting Platforms vmbo. Haar e-mailadres is: *J.Kerkhoffs@platformsvmbo.nl.*

REKENONDERWIJS UITDAGEND MAKEN

OUDE REKENPROJECTEN IN EEN NIEUW JASJE

Winnie Vroeijenstijn

IJs maken in de rekenles. Zelfs een leerling die een hekel aan rekenen heeft, gaat enthousiast aan de slag en is bereid sommetjes te maken, zoals 'hoeveel bolletjes gaan er uit een liter?' Rekenen wordt leuker als je het koppelt aan de beroepspraktijk. In dit artikel laat Winnie Vroeijenstijn zien hoe zij bestaand rekenmateriaal aanpast om haar leerlingen te stimuleren om te rekenen.

Wat wil ik oplossen?

Als docent wiskunde op het vmbo heb ik te maken met de rekentoets en moeten de leerlingen meer blijven rekenen. Hoewel rekenen en wiskunde op het vmbo grotendeels hetzelfde is, klinkt het anders. Sommige leerlingen vinden het heerlijk om hele rijtjes zogenaamde 'kale' sommen te maken. Dat kunnen ze goed en het geeft ze ook een goed gevoel, omdat ze het inderdaad goed kunnen.
Maar ik wil juist die leerlingen uitdagen en meekrijgen die rekenen niet leuk vinden. Voor die leerlingen roept het woord rekenen soms al negatieve gevoelens op. Daarnaast wil ik de leerlingen ook laten zien waarom het belangrijk is dat ze goed kunnen rekenen. Daarom zoek ik naar materiaal dat ik gemakkelijk kan aanpassen. Want ja, ik ben wel een docent die het altijd nog beter wil. Mijn voorkeur gaat uit naar beroepsgerichte opdrachten waarbij ze moeten onderzoeken en het digitaal verwerken.

Welk materiaal is dan geschikt?

Er is heel veel extra materiaal beschikbaar. Ik gebruik materiaal van een project *RekenGroen*.[1] Een project voor leerlingen in het vmbo gericht op groen-opleidingen. Echter, ik gebruik deze modules ook voor reguliere tl-leerlingen. Er zijn verschillende modules die je apart kunt gebruiken. Leerlingen in vmbo 2 kiezen uit een aantal onderwerpen. Soms doe ik dit tussen twee hoofdstukken. Eén van de onderwerpen is de 'IJsfabriek'.



figuur 1 Module 'IJsfabriek' uit het materiaal van *RekenGroen*

Deze module gaat over ijs maken. Ik heb dit natuurlijk wel een beetje aangepast, omdat ik wil dat ze ook praktisch bezig zijn. Je kunt de Word-documenten gewoon downloaden en de opdrachten aanpassen. Het omrekenen met maten is bij het ijs maken belangrijk. Het rekenen is bij deze modules het belangrijkste.
Ze maken het ijs ook echt zelf. Daarna vraag ik ze hoeveel bolletjes ze uit een liter ijs kunnen halen. Wat is de winstmarge op ijs? (Zonder de werktijd mee te rekenen.)
Als ik twee lessen hieraan besteed, spaar ik uiteindelijk meer lessen uit. Het blijft op deze manier toch beter hangen en ze vinden het ook leuk. Ik heb deze modules gebruikt als korte extra opdrachten.

Praktische opdracht

Mijn collega en ik hebben er ook voor gekozen om een geïntegreerde wiskundige activiteit (GWA), of praktische opdracht) te maken voor vmbo-3 waarbij rekenen belangrijk is. Voor iedere sector is iets moois te maken, maar bovenal iets zinvols. Leerlingen vinden het fijn om bezig te zijn met een onderwerp dat gekoppeld is aan hun beroepskeuze.
De bestaande GWA-opdrachten vanuit de methode (*Getal & Ruimte*) zijn gekoppeld aan de sectoren. Eén van de opdrachten gaat over prijzen vergelijken, maar die vond ik te mager. Als basis was dit echter wel goed te gebruiken. Daarom hebben mijn collega en ik samen een GWA gemaakt, die mede gebaseerd is op materiaal uit het project *RekenVoort*[2], een project voor het vmbo (en havo).

'WE WILLEN HET TOCH ALTIJD NAAR ONZE EIGEN LEERLINGEN SCHRIJVEN DUS BIJSCHAVEN MOET ALTIJD.'

Sommige verwerkingsopdrachten heb ik aangepast zodat de leerlingen Excel moeten gebruiken. Daarbij leren ze eenvoudige formules maken en de som-functie te gebruiken. Deze gestuurde vragen zijn alleen bedoeld om een goede start te maken met het onderwerp, zodat de leerlingen op gang komen. Daarnaast moeten ze ook een onderzoek uitvoeren. Dit is het gedeelte dat bij ieder groepje anders is. Ze bepalen namelijk zelf wat ze onderzoeken. De resultaten van dit onderzoek moeten ze verwerken in diagrammen. Het verslag mogen ze zo mooi mogelijk opfleuren als ze zelf willen. En die creativiteit mag ook beloond worden. Deze GWA maken ze in tweetallen. Dat is al moeilijk genoeg voor ze. Het plannen, afspreken en elkaar aanspreken is een uitdaging. Uiteindelijk zijn ze trots op hun eindproduct en hebben ze na school nog een heleboel tijd erin geïnvesteerd. Zelf de regie voeren (door de leerlingen) in dit project is een belangrijke stimulans om het goed te willen doen.


Prijzen vergelijken

PLUS

- Inleiding
- Beschrijving van het onderwerp
- Uitwerkingen en conclusies

Uitwerkingen en conclusies

figuur 2 Onderzoeksverslag van twee leerlingen

Escape-room

Voor de zomervakantie (2017) heb ik het schooljaar afgesloten met een zogenaamde escape-room. Via BreakoutEDU[3] heb ik kant-en-klare opdrachten gebruikt om ze in twee groepen tot een uitbraak te laten komen. Bij BreakoutEDU hoort een fysieke doos met slotjes en er is ook een bijbehorende app. Je kunt bijvoorbeeld met pijlen de richting aangeven. Bij een opdracht met een getallenlijn is dat goed te gebruiken.
Het is allemaal Engelstalig materiaal, maar dat is te vertalen, en zelfs onvertaald komen ze daaruit. Een spelvorm in de klas blijft leuk. De competitie tussen groepen is een belangrijk element. Dat geldt trouwens voor alle niveaus.



figuur 3 Doos die hoort bij BreakoutEDU



figuur 4 App die hoort bij BreakoutEDU

En hoe beoordeel je het dan?

De vraag blijft voor mij of je bij deze opdrachten altijd een cijfer moet geven. Ik ben voor een globalere beoordeling (goed, voldoende, etcetera). Zeker bij een grote opdracht zoals een GWA. Is het resultaat onvoldoende, dan moet het verbeterd worden totdat het afgevinkt kan worden.
De ervaring van het goed afmaken en er iets van leren wil ik ze graag meegeven. Leerlingen vinden het echter zelf heel fijn om een cijfer te krijgen. Maar misschien is dat iets waar ze naar toe moeten groeien. Uiteindelijk is mijn doel dat ze beter worden in rekenen/wiskunde.

Evaluatiefomulier mavo-3 GWA
Groep leerlingen: Sylvie en Tanya

Onderwerp: Prijzen

Onderdeel	Taak	punten	score
samenwerking: 4p	Is het werk gelijk verdeeld onder elkaar? Zijn jullie in staat om zelf verantwoordelijkheid te nemen en vraag je de docent op tijd voor uitleg?	1p 3p	1p 3p
Inhoud In arial 12 16p	Titel Inhoudsopgave Inleiding (10 regels) geen 10 regels Waarom deze opdracht (5 regels) geen koppeling met sector? Beschrijving van het onderwerp (5 regels) Uitwerkingen en conclusies (10 regels) Bij de jumbo verkopen ze geen AH appelsap, AH bruine bollen of AH Goudse kaas. Dat kan dus niet. Niet gedaan: Je mag alle gegevens in een rekenblad op de computer zetten. Dan is het rekenwerk eenvoudiger. Tabellen en grafieken of Foto's en tekeningen als illustratiemateriaal Geen euro bij de verticale as. Cijfer erboven zetten met totaal is duidelijker.	1p 1p 2p 1p 1p 6p 4p	1p 1p 1p 0,5p 1p 5p 3,5p
ICT: 4p	In je document laat je duidelijk zien welke Urls gebruikt zijn tot het verkrijgen van de juiste informatie. Excel gebruik voor diagrammen en tabellen Geen totaal in tabel opgenomen? Dat is juist het voordeel van Excel. Je kunt ermee rekenen.	2p 2p	2p 0p
Planning 2p	Werkplan Logboek: wie heeft wat gedaan? Hoeveel tijd heeft het gekost? Moeilijkheden? Hulp gevraagd?	1p 1p	1p 1p
Lay out 4p	Duidelijk overzicht, kleurgebruik, vormgeving en Aantrekkelijkheid prima	4p	4p

totaal: 25 punten

CIJFER:8,3

figuur 5 Voorbeeld van een evaluatieformulier van de onderzoeksopdracht

Tot slot

Het verzinnen van opdrachten kost heel veel tijd. Ook het inschatten hoe je het moet beoordelen kost de nodige aandacht. Maar ik hoef het wiel niet opnieuw uit te vinden. Ook via facebook kwam ik bij de groep wiskunde-lessen genoeg materiaal tegen waar je met niet al te veel extra inzet een goed en mooi project van kunt maken. We willen het toch altijd naar onze eigen leerlingen schrijven dus bijschaven moet altijd. Vandaar de ondertitel bij dit artikel: oude rekenprojecten in een nieuw jasje.

NOTEN

[1] *www.rekengroen.nl*
[2] *fi.science.uu.nl/publicaties/subsets/rekenvoort*
[3] *www.breakoutedu.com*

Over de auteur

Winnie Vroeijenstijn is docent wiskunde op Mencia de Mendoza te Breda (tto/vwo/havo) en Mencia Sandrode (vwo/havo/vmbo) te Zundert.
E-mailadres: *wvroeijenstijn@mencia.nl*.

FACEBOOKGROEP LERAAR WISKUNDE

'DIGITALE KOFFIEKAMER' VOOR WISKUNDELERAREN

Hester Vogels
Heleen van der Ree
Monica Wijers

Radioactief verval, de wet van Moore, bacteriën … Heeft iemand nog een leuk voorbeeld van exponentiële groei? Ja! Het ledenaantal van de Facebookgroep Leraar Wiskunde. In twee jaar tijd is de groep van 2 naar zo'n 2500 leden gegroeid, dus de kans is groot dat jij of iemand uit je sectie al lid is van deze groep. Waar de ene leraar speciaal een Facebookaccount heeft aangemaakt om af en toe een kijkje te nemen, vult de tijdlijn van een ander zich nu met iets inhoudelijkere berichten dan kattenfilmpjes of de vakantiefoto's van een oud-klasgenoot.



figuur 1

De Volkskrant noemde de Facebookgroep vorig jaar een 'digitale koffiekamer' voor wiskundeleraren, een omschrijving die goed weergeeft wat er in deze groep gebeurt. Als een les net niet helemaal lekker liep, is het fijn om eens bij een collega te informeren: 'Hoe pak jij dat onderwerp eigenlijk aan?' En net zo leuk is het om wiskundegrapjes, raadsels of interessante video's uit te wisselen, om daar zelf van te genieten en misschien wel in je les te gebruiken. Dat kan nu ook buiten de koffiepauze: online staan honderden collega's voor je klaar om je vraag te beantwoorden, je te voorzien van nieuwtjes en inspiratie of hun lesmateriaal met je te delen.

> 'ONLINE STAAN HONDERDEN COLLEGA'S VOOR JE KLAAR OM JE VRAAG TE BEANTWOORDEN, JE TE VOORZIEN VAN NIEUWTJES EN INSPIRATIE OF HUN LESMATERIAAL MET JE TE DELEN.'

Materialen delen

Dat er in deze groep ook voor vmbo-docenten wat te halen en te brengen is, wordt duidelijk als je eens door de berichten bladert. Daar vinden we bijvoorbeeld de vraag van Kim naar leuke wiskundeopdrachten en -projecten voor vmbo. Naast de reacties met concrete voorbeelden zoals in figuur 2 (links) te zien is, wordt er ook verwezen naar de Google Drive map die je vanuit de hoofdpagina (via de link in het vastgezette bericht) kunt bereiken en waarin materialen worden verzameld. Er is een map speciaal voor het vmbo (figuur 2, links). De Google Drive map is gecreëerd door de beheerders van de groep (Hester Vogels en Heleen van der Ree) om lesmateriaal in te verzamelen. Leden hebben alleen recht om te uploaden in de map 'Upload hierin nieuw materiaal'. Vervolgens zorgen de beheerders dat het in de juiste map terechtkomt, zodat het overzichtelijk blijft.

In de map is al een aantal hele mooie materialen te vinden, zoals praktische opdrachten, spellen en werkbladen. Collega's hebben vaak uren werk gestoken in het ontwikkelen ervan en alle leden van de groep mogen daar dankbaar gebruik van maken. Mocht je zelf nog mooi materiaal op de computer hebben staan: hierbij een oproep om het te uploaden.

Paula Bonefaas Koop een boek met de vouwfiguren van Escher. Leuk om te knippen en plakken. Maar je kan ook lege vormen maken, waar ze zelf aan de slag moeten met het bedenken van symmetrische patronen.
Leuk · Beantwoorden · 2 · 22 augustus om 11:17

Ellen Simons Ik volg ook graag
Leuk · Beantwoorden · 1 · 22 augustus om 12:42

Judith Boertjens Bij de Getal & Ruimte methode vind je bij het docentenmateriaal diverse projecten als download.
Leuk · Beantwoorden · 3 · 22 augustus om 13:08

Judith Boertjens En bij het digitale materiaal van de 10e editie diverse spelopdrachten / applets.
Leuk · Beantwoorden · 1 · 22 augustus om 13:09

Sophie Wuytack Heb voor de 3e klas een onderzoeksopdracht over alcohol en promille
Leuk · Beantwoorden · 1 · 22 augustus om 14:32

Kim van Dongen-Clerx Is dat die uit editie 8 van getal en ruimte?
Leuk · Beantwoorden · 22 augustus om 14:35

Sophie Wuytack Die van 2010 maar heb die wat herwerkt... Ze moeten nu oa de grootte van de boete berekenen van voorbeeldigen
Leuk · Beantwoorden · 22 augustus om 14:59

Meer antwoorden weergeven

Schrijf een antwoord...

Eline Mens Op basis van opgaven uit het boek een soort van escaperoom maken, aangevuld met kruiswoordpuzzels ed met begrippen die voorkomen in het hoofdstuk. Leuk als voorbereiding op de toets
Leuk · Beantwoorden · 1 · 22 augustus om 16:41

Activerende werkvormen (vmbo)
Kaderberoeps 4
Negatieve getallen
Probleemoplossen mavo
Tarsia puzzel procenten
Domino Pythagoras voor 2K,G,TL.doc
Driehoeken zoeken.docx
Kruiswoordpuzzel Vlakke figuren VMBO T2.docx
Onderzoek naar les over goniometrie met concreet materiaal...
Ontwerp project 2 mavo.docx
Oplossing VMBOT3 Tarsia procenten.pdf
Passerspeurtocht vmbo.pdf
Pijlenketting puzzel.docx

figuur 2 Reacties op vraag naar vmbo-materiaal en (deel van de) inhoud van de vmbo-map

Vakdidactische vragen

Ook komen er vakdidactische vragen langs. Bijvoorbeeld die hieronder (figuur 3) van Renee over uitleg van het begrip 'hoek'. Veel collega's blijken bereid hierover mee te denken.

Handig zoeken

In de Facebookgroep worden dagelijks veel berichten geplaatst. Behalve vragen naar lesmateriaal, lesideeën en didactische tips gaat het ook over waar je handige spullen zoals 'wisbordjes', knutselmateriaal ('dikke rietjes'), spellen en puzzels kunt kopen; over de examens digitaal en op papier; over rekenmachines; over de wiskundemethodes en nog veel meer. Aangezien de pagina bestaat uit een 'tijdlijn', worden interessante berichten al gauw bedolven onder nieuwere berichten. Een aantal tips:

– Er is een zoekbalk, waarmee je op naam of trefwoord berichten terug kunt vinden.
– Via het pijltje rechtsboven in het bericht kun je het bericht opslaan en zo makkelijker terugvinden in je opgeslagen items op Facebook.
– Als je interessant materiaal deelt, upload het dan ook naar de Google Drive map, zodat het beter bewaard blijft.

Het is mooi om te zien dat zoveel enthousiaste collega's elkaar helpen, inspireren en kennis met elkaar uitwisselen. Deze moderne vorm van communicatie en ontmoeting is een mooie informele aanvulling op de uitgebreidere artikelen in *Euclides*, de nieuwsbrieven en de conferenties. Dus kom eens online een kopje koffie drinken!

Over de auteurs

Hester Vogels is wiskundeleraar bij UniC Utrecht en eigenaar van de website Wiskunjeleren.nl.
E-mailadres: *hvogels@unic-utrecht.nl*
Heleen van der Ree is beleidsmedewerker bij de NVvW.
E-mailadres: *hoofdbureau@nvvw.nl*
Monica Wijers is lerarenopleider en geeft vakdidactiek wiskunde aan de Universiteit Utrecht.
E-mailadres: *m.wijers@uu.nl*

figuur 3 Vraag over uitleg van het begrip hoek en reacties daarop

Renee 'Rey' Buren ▸ Leraar Wiskunde
24 augustus

Hoi, misschien heeft hier iemand een idee:
Ik geef sinds kort een meisje bijles, gaat nu naar 2 vmbo-t. Ik kom er achter dat ze het begrip 'hoek' nog niet helemaal begrijpt.

Even een paar voorbeelden:
Kan een los getekende hoek wel opmeten, een hoek in een driehoek niet.

Als ik vraag: 'zijn deze twee hoeken even groot?', krijg ik het antwoord, 'nee, ze zijn niet even lang'. (Ook al zijn het dezelfde hoeken, maar zijn de benen niet gelijk).

In een parallellogram herkent ze dat twee (scherpe) hoeken aan elkaar gelijk zijn, de andere twee (stompe) niet.

Bij de eerste keer hoeken meten, wees ze naar een lijn, deze moeten we meten toch?

Ik heb al veel met haar gedaan, zoals met een gradencirkel een hoek uitleggen (twee van die ronde schijven die over elkaar heen draaien), parallellogram uitknippen en op een getekende leggen om te laten zien welke hoeken gelijk zijn en andere knip oefeningen. Ze pakt veel op, maar in kleine dingen merk ik dan toch dat ze het nog niet begrijpt.

Nu is het soms prima om te zeggen: Okay, dan is het begrip er nog niet helemaal, waarschijnlijk komt dat later nog, maar ik wil het toch proberen 😊

Hebben jullie nog briljante tips voor het vergroten van het begrip over wat een hoek is? Hartelijk dank voor het meedenken!

Corine Van den Boer De wijzers van een klok wil soms wel helpen. Maakt niet uit of je op je horloge kijkt of op de kerkklok, hoek tussen de wijzers blijft even groot. Dat kun je laten zien door daadwerkelijk aan de wijzers van het horloge te draaien. In de klas gebruik ik... Meer bekijken
Leuk · Beantwoorden · 3 · 24 augustus om 16:24 · Bewerkt

Ingeborg V Zw Misschien moet je haar eens vragen om in de hoek van een kamer te gaan staan. Ik denk niet dat ze dan langs een 'lijn' gaat staan. Daarvan uitgaande vragen waarom ze voor die specifieke plek heeft gekozen. Misschien dat ze dan het verschil snapt tussen de begrippen?
Leuk · Beantwoorden · 6 · 24 augustus om 16:23

Karin Kamp Steeds de hoek laten maken voordat ze gaat meten. Bijvoorbeeld met 2 sateprikkers of rietjes (evt. aan elkaar met een spijkertje of nietje).
Leuk · Beantwoorden · 24 augustus om 16:28

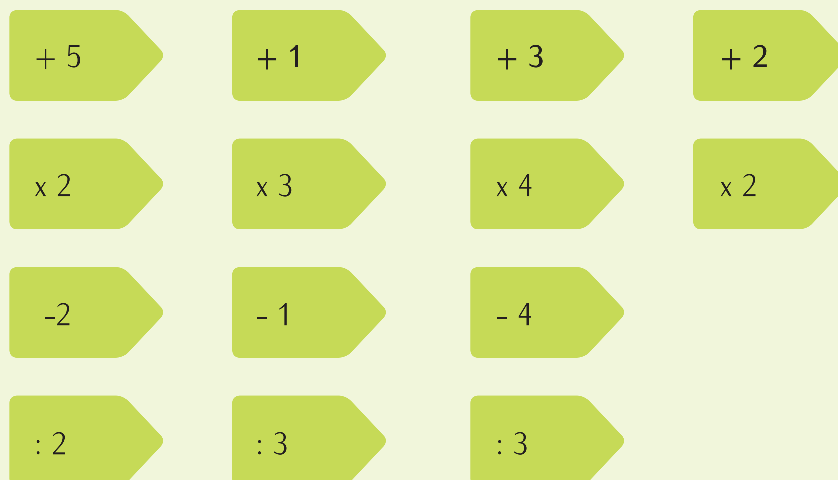
Karin Kamp Of zelfs nog een stapje terug. Eerst de hoek na laten doen met de handen. Schatten hoe groot deze g
Leuk · Beantwoorden · 24 augustus om 16:29

Karin Kamp hoek is.
Leuk · Beantwoorden · 24 augustus om 16:29

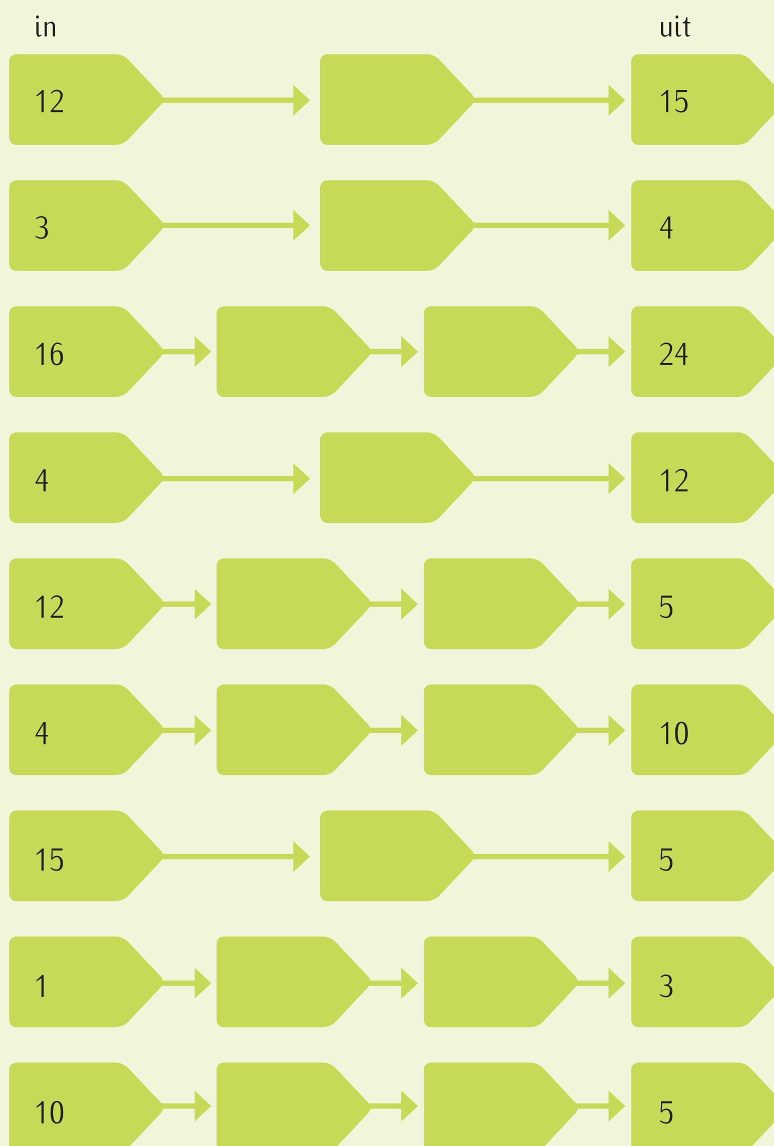
Bram Kole Of terug naar de definitie? Iets dat bestaat uit een hoekpunt en twee benen.
Een hoek is dan een maat hoe ver de benen uit elkaar staan.
En niet hoe ver twee punten van elkaar liggen.
Leuk · Beantwoorden · 2 · 24 augustus om 16:34 · Bewerkt

Dit werkblad staat in de submap vmbo in de Google Drive map van de Facebookgroep Leraar Wiskunde.

PIJLENKETTING PUZZEL



Hierboven zie je rekenpijlen. Hieronder zie je pijlenkettingen. Zet de juiste rekenpijlen in de ketting, zodat de pijlenketting klopt. Je mag elke rekenpijl maar één keer gebruiken.



TAAL EN WISKUNDE

Monica Wijers

Taal en wiskunde vormen een onlosmakelijk duo. Bij elk vak, dus ook bij wiskunde, is het belangrijk om ook de taal van dat vak te leren. In de loop van de tijd zijn er verschillende projecten geweest over taalgericht reken-wiskunde-onderwijs. Er is onderzoek gedaan en er zijn lesmaterialen ontwikkeld. Veel van de inzichten en materialen zijn ook nu nog actueel en bruikbaar. In dit artikelen zetten we er een aantal op een rijtje.

De wiskundetaal kent veel facetten. Zo zijn er wiskundige begrippen, bijvoorbeeld: formule, grafiek, tabel, stijgen, vierhoek, gemiddelde, oplossen, enzovoorts. Daarnaast kent de wiskunde modellen en schema's, zoals een getallenlijn, diagrammen enzovoorts en wiskundige symbolen bijvoorbeeld: =, %, ^{2}, <.
Het is niet alleen belangrijk om de betekenis van die begrippen, schema's en symbolen te kennen, maar het is voor leerlingen ook van belang om te weten hoe je die schema's en symbolen leest en uitspreekt en hoe je de woorden gebruikt in zinnen: Hoe zeg je dat eigenlijk bij wiskunde? Onderwijs waarin er niet alleen aan vakdoelen, maar ook aan vaktaaldoelen wordt gewerkt, noemen we taalgericht vakonderwijs. Daarbij gaan vakinhoud (die voorop staat) en taalontwikkeling hand in hand, dit maakt dat de leerlingen het vak beter gaan begrijpen en dat ze taalvaardiger worden.

Lesbrief: *Statistiek?*

Veel wiskundedocenten hebben hun leerlingen weleens een statistisch onderzoek laten uitvoeren. Dit biedt veel kansen om te werken aan vaktaal, wat verder gaat dan het leren van de namen van de verschillende soorten diagrammen en centrummaten zoals gemiddelde en modus. In de lesbrief *Statistiek?* [1] is de didactiek van taalgericht vakonderwijs uitgewerkt in een serie van vier lessen voor klas 3 en 4 van vmbo-k en -gt.
Daarin komt (vak)taal expliciet voor in de doelstellingen, bijvoorbeeld:

– hoe je een goede onderzoeksvraag formuleert;
– hoe je de gegevens uit je staafdiagram, cirkeldiagram of boxplot in woorden kunt beschrijven.

Verder is er veel gelegenheid voor taalproductie door de leerlingen: ze praten met elkaar, ze schrijven in een logboek en ze presenteren de resultaten van hun onderzoek. Daarbij is schoolse vaktaal nodig. Om de resultaten helder en correct te presenteren moet je bijvoorbeeld zinnen kunnen maken als: 'Zoals je in dit staafdiagram kunt zien ...' 'De gemiddelde leerling doet ...'
De context van het eigen onderzoek zorgt ervoor dat de leerlingen betekenis kunnen geven aan de begrippen: eerst in 'alledaagse' taal en dan steeds meer in vaktaal.

Een beetje theorie

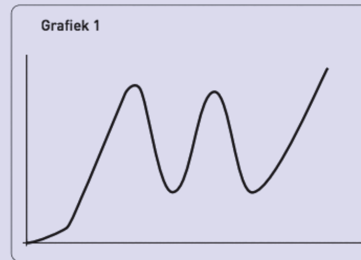
De didactiek van taalgericht vakonderwijs heeft drie belangrijke kenmerken: context, interactie en taalsteun.

– *Context*. Door te werken vanuit betekenisvolle contexten die aansluiten bij de (talige) voorkennis van de leerlingen worden de nieuwe stof en de bijbehorende vaktaal verbonden met wat de leerlingen al weten uit alledaagse of schoolse ervaringen. De leerlingen verkennen de context samen met de docent waarbij er aandacht is voor onbekende begrippen.
– *Interactie*. De interactie tussen de leerlingen en de docent en de leerlingen onderling biedt gelegenheid voor mondelinge en schriftelijk taalproductie. Het is belangrijk om als docent deze interactie te stimuleren. Doordat de leerlingen zich schriftelijk en mondeling uitdrukken in wiskundetaal, worden leerprocessen zichtbaar die anders onzichtbaar zouden blijven. De docent heeft ook een belangrijke rol in het begrijpelijk maken van teksten, het stellen van (open) vragen, het doorspelen van vragen in de klas, het (laten) herformuleren van antwoorden en het geven van feedback op taalgebruik door bijvoorbeeld correcte uitspraken te herhalen, voorbeelden te geven van 'hoe je dit zegt' enzovoort. Hiermee wordt de betekenis van begrippen geconstrueerd of uitgebreid en verankerd.
– *Taalsteun*. Dit is alle hulp die de docent biedt om de ontwikkeling van vaktaal te bevorderen. Dit is vaak zeer concrete hulp, bijvoorbeeld in de vorm van visuele ondersteuning, het bieden van een schrijfkader (structuur van een tekst of een af te maken zin), aandacht voor moeilijke woorden, enzovoort.

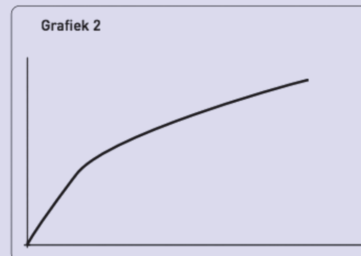
Klassengesprek over grafieken

De leerlingen krijgen drie grafieken en drie titels (zie rechts). De opdracht is om te bepalen welke titel bij welke grafiek hoort.

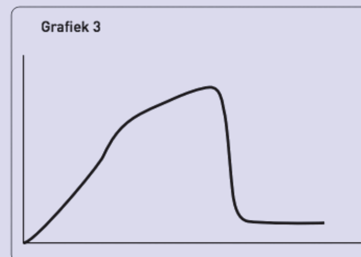
Docent. ... 'OK wie heeft een ideetje, ik zie graag vingers? Beginnen met Sinam.'
Leerling 1: 'Eerst het humeur van ...'
Docent: 'een voetbal coach'
Leerling 1: 'Ja, ik denk dat die de bovenste is, want die gaat naar boven en naar beneden en dat doet hij ook.'
Leerling 2: 'Hij schreeuwt, hij is een beetje boos.'
Leerling 3: 'Gaat 'ie schreeuwen, doet hij het weer goed en dan blijft hij weer stil, gaat 'ie naar boven (maakt beweging met hand op en neer) gaat 'ie weer schreeuwen.'
Docent: 'Kan iedereen het daar een beetje mee eens zijn?'
Leerlingen roepen 'ja, ja. Is goed hoor.'
Docent: 'Dan laten we hem voorlopig hier (hangt kaart bij bovenste grafiek). Zijn humeur gaat op en neer. (Maakt op en neer gaande beweging met arm en hand). Iedereen mee eens, voorlopig?'



A Het totaal aantal verkochte cd's van Ali



B De hoogte van een boom.



C Het humeur van een voetbal-coach tijdens een wedstrijd

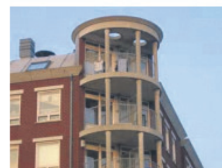
Voorbeeldopdrachten uit begrippentoets Meetkunde

Opdracht 1 Verbind alle plaatjes met een woord:



Cirkel
Driehoek
Vierkant
Cilinder
Balk
Bol

Opdracht 4 a. Goed of fout? Zet een kruis bij de goede zinnen.



"Het dakraam is rechthoekig." ○
"De ramen zijn rond." ○
"Het balkon is een halve cirkel." ○
"De palen zijn stompig." ○

b. Schrijf 3 goede wiskunde zinnen over de vormen in het gebouw:



....
....
....

Opdracht 5 Stel je gaat naar Egypte met iemand die blind is.
Jullie staan voor twee piramide's.
Beschrijf de vorm van een piramide.



....
....
....

Begrippentoetsen

Om na te gaan of de leerlingen de kernbegrippen bij een specifiek onderwerp kennen en correct kunnen gebruiken zijn in het project Wisbaak zogenoemde begrippentoetsen ontwikkeld en gebruikt. Deze zijn bedoeld om kennis van vaktaal en schooltaal te controleren. In de begrippentoetsen is geen sprake van een aanbod van rijke problemen noch van interactie. Het gaat erom dat leerlingen zelfstandig vragen en korte opdrachten maken waarmee de docent de kennis van bepaalde begrippen kan meten. De docent geeft achteraf feedback of doet dit in samenspraak met de leerlingen. Het nakijken kan op diverse manieren gebeuren: schriftelijk door de docent of door de leerlingen zelf met behulp van een nakijkblad. Hierna kan een klassengesprek volgen waarin de verschillende antwoorden worden besproken.

Antwoorden van leerlingen bij opdracht 4b

De antwoorden van de leerlingen geven voldoende aanleiding voor een gesprek over meetkunde en taal.

het gebouw is een
5 hoek met een
halve bol erop

De Koepel van de moskee
heeft een vorm van een bol.
De palen hebben een cilinderige
vorm.

Dit gebouw heeft een
halve cirkel als dak, en
is zeshoekig aan de zijkanten.

halfe bol, cilinder, zeshoek en
evenwydige zijde

Tot besluit

Werken aan vaktaal is en blijft een belangrijk aspect van het wiskundeonderwijs. De taalgerichte lessen en begrippentoetsen bieden nog steeds houvast om hier vorm aan te geven in de praktijk. We zijn benieuwd naar je ervaringen.

NOTEN

[1] Deze en andere lesbrieven (met handleiding), suggesties en materialen zijn te vinden op: *taalgerichtvakonderwijs.nl/beproefde-lessenserie-prototypes* en *taalgerichtvakonderwijs.nl/lesvoorbeelden/lessuggesties* en *www.fi.uu.nl/publicaties/subsets/wisbaak/*

[2] Zie: *http://www.fisme.science.uu.nl/publicaties/subsets/wisbaak/documents/algemenehandleiding.pdf*

Op de site vind je een begrippentoets meetkunde.



www.nvvw.nl/vmbospecialeuclides/

Over de auteur

Monica Wijers is lerarenopleider wiskunde aan de Universiteit Utrecht. E-mailadres: *m.wijers@uu.nl.*

KLEINTJE DIDACTIEK

RUIMTELIJKE FIGUREN

Lonneke Boels

Veel leerlingen van het vmbo vinden het leren van de juiste wiskundige benamingen van ruimtelijke vormen lastig. Voor deze leerlingen gebruik ik de volgende aanpak. Ik geef hun een doosje met daarin allerlei doosjes in een wiskundige vorm. Deze doosjes heb ik in de loop der jaren op allerlei plekken verzameld: bij acties van supermarkten, bij de kapper of in het café, of ik heb het gekregen zoals een plastic kerstbal en een doosje met celebrations chocolade.
Vervolgens vraag ik de leerling om de vormen te sorteren. Welke vormen zijn een balk? Welke vormen zijn een prisma?
Een deel van de vormen worden direct goed gelegd (spinaziedoosje is een balk). Moeilijke vormen zijn: de pizzadoos (een balk), de twee doosjes van een theezakje (prisma), de tobleronedoos (prisma) en de celebrationsdoos (prisma). Een enkele leerling twijfelt ook waar de kubus hoort: bij de balken of als categorie apart. Die geef ik meteen een compliment want inderdaad: een kubus is een bijzonder soort balk. We spreken dan af dat we die categorie toch apart benoemen, omdat die zo bijzonder is.
Om te ontdekken tot welke categorie deze moeilijke vormen behoren, gaan we kijken naar gemeenschappelijke eigenschappen in een categorie. Ik laat de leerling de balk dan beschrijven waarbij vaak al snel duidelijk wordt dat alle zijvlakken een rechthoek zijn. Vervolgens kijken we bij de overgebleven moeilijke doosjes of er een bij zit die aan deze eigenschappen voldoet. Inderdaad: de pizzadoos.
Ditzelfde doen we voor de prisma. Wat kun je zeggen over een prisma? Als dat een te onduidelijke vraag is, vraag ik wat je kunt zeggen over de zijvlakken van een prisma. Al snel komen we er dan op dat de zijvlakken allemaal rechthoekig zijn en dat er twee vlakken zijn die een andere vorm hebben, maar wel hetzelfde zijn. Daarmee zijn de theedoosjes vaak ingedeeld (maar soms moet het theedoosje met een rechthoekig trapezium als grondvlak nog apart worden bediscussieerd). Dat ook de tobleronedoos een prisma is en dus aan de eigenschappen voldoet, bekijken we meestal daarna pas. Dat het grondvlak niet op de grond staat, is een complicerende factor die weliswaar ook voor de theedoosjes geldt, maar daar toch minder lijkt te spelen. De celebrationsdoos bewaar ik tot het laatst. Ik laat de leerling eerst benoemen dat de zijvlakken allemaal een rechthoek zijn. Vervolgens kijken we naar het grond- en bovenvlak. Tot verrassing van leerlingen blijkt dit ook een prisma te zijn. Ondertussen hebben leerlingen bovendien geleerd dat er veel praktische toepassingen van wiskundige vormen zijn.

AFSPRAKENBOEK VOOR DE VAKGROEP WISKUNDE*

Ruud Jongeling

Om aansluitingsproblemen tussen de verschillende leerjaren aan te pakken heeft de vakgroep wiskunde van het Da Vinci College een aantal vakinhoudelijke afspraken op papier gezet. Ruud Jongeling beschrijft in dit artikel het ontstaan en de inhoud van dit afsprakenboek.

Het Da Vinci College is een school voor praktijkonderwijs en vmbo. Het vmbo heeft drie vakcolleges die opleiden voor zowel de basisberoepsgerichte- als de kaderberoepsgerichte leerweg. Ongeveer een derde van de leerlingen heeft een indicatie voor leerwegondersteuning. De achterstanden waarmee de leerlingen binnenkomen zijn fors. Bij de start van het eerste leerjaar nemen wij de Cito-vo toets 0 af. Uit deze toets blijkt dat voor rekenen de gemiddelde score van de basisleerlingen tot de onderste kwart van de basisberoepsgerichte leerlingen in Nederland behoort. De kaderleerlingen doen het iets beter. In beide leerwegen laten de leerlingen ook forse achterstanden zien op het gebied van Nederlandse woordenschat en begrijpend lezen.

Wat was het probleem?

Wiskundeonderwijs geven aan deze leerlingen is een uitdaging. 'Op dit niveau kan ik alles geven,' hoorde ik eens een collega zeggen en zo denken nog steeds veel directies en beleidsmakers. Naar mijn mening onderschatten ze de problematiek. Het is niet het wiskundeniveau dat voor de docent de moeilijkheid vormt. Met Pythagoras, de sinus en het exponentiële verband hebben we in de kaderberoepsgerichte leerweg de top wel bereikt. De echte uitdaging is de leerlingen laten begrijpen wat ze doen en waarom ze het zo doen. Dat vereist van de docent oprechte belangstelling in zowel het vak als in de leerlingen. Het gaat om belangstelling voor en een onderzoekende houding naar de dieperliggende redenen waarom leerlingen een ogenschijnlijk simpel wiskundig vraagstuk niet kunnen oplossen of waarom ze een stukje uitleg maar niet oppikken. In de praktijk betekent dit nagaan welke uitleg het beste aansluit bij de leerlingen en het meeste begrip bij hen oplevert. Voor een deel is dit maatwerk per leerling maar over een aantal zaken kun je als wiskundedocenten ook afspraken maken met elkaar.

Een voorbeeld hiervan is het rekenen met percentages. In de wiskundemethode die wij gebruiken wordt al snel de factor ingevoerd als middel om met percentages te rekenen. Onze ervaring is dat voor veel leerlingen de relatie tussen het decimale getal en het percentage niet vanzelfsprekend is en vaak niet goed wordt begrepen. Het werken met de factor wordt dan een trucje dat niet echt wordt doorzien. Binnen de vakgroep hebben we dit probleem besproken en er uiteindelijk voor gekozen om bij percentages te rekenen met een verhoudingstabel. We denken dat het werken met de verhoudingstabel meer inzicht geeft dan het werken met de factor.

Procenten erbij of eraf.

Oplossingsalgoritme:
Stap 1: Bepaal het nieuwe percentage
Stap 2: Bereken in een verhoudingstabel de hoeveelheid die hoort bij één procent.
Stap3: Vermenigvuldig in een verhoudingstabel de hoeveelheid bij 1% met het gevraagde percentage.

Voorbeeldsom:
De prijs van een computer is € 515,00, exclusief BTW. Wat is de prijs inclusief BTW?

Oplossing:
Het nieuwe percentage wordt 100% + 21 % = 121 %.

:100 x121

%	100	1	121
€	515	5,15	**623,15**

:100 x121

Antwoord: € 623,15

figuur 1 Rekenen met procenten uit het afsprakenboek

Van een aantal naar procent.

Oplossingsalgoritme:
Stap 1: Bereken in een verhoudingstabel het percentage dat hoort bij de hoeveelheid één.
Stap2: Vermenigvuldig dit percentage met de gevraagde hoeveelheid..

Voorbeeldsom:
Van de 80 kinderen hebben er 22 een huisdier. Hoeveel procent van de kinderen hebben een huisdier?

Oplossing:

:80 x22

%	100	1,25	**27,5**
Aantal	80	1	22

:80 x22

Antwoord: 27,5%.

figuur 2 Rekenen met procenten uit het afsprakenboek

De ervaring leert dat leerlingen in de basis- en kaderberoepsgerichte leerweg over het algemeen gebaat zijn met één aanpak. Rekenen met procenten via de factor bij de ene docent en via de verhoudingstabel bij een andere docent werkt verwarrend. Wanneer we met elkaar afspreken dat we gaan werken met de verhoudingstabel, dan moeten alle docenten die wiskunde geven zich daaraan houden. Niet alleen in het lopende schooljaar maar ook in de schooljaren daarna. Wiskunde werd en wordt met regelmaat gegeven door docenten die (nog) geen wiskundedocent zijn en soms meerdere vakken geven. We besloten daarom de vakinhoudelijke afspraken die we in de vakgroep maakten vast te leggen in een afsprakenboek.

Afsprakenboek

Het afsprakenboek begon simpel met afspraken over hoe we een aantal wiskundeonderwerpen aanbieden. Zo stonden er afspraken in over de stelling van Pythagoras, goniometrie, rekenen met procenten, meten en tekenen van hoeken en het oplossen van vergelijkingen met behulp van de balans. Al snel werden deze onderwerpen aangevuld met rekenen met schaal, werken met formules, inklemmen en het metriek stelsel. Het bleef echter niet bij deze inhoudelijke onderwerpen. Er bleek ook behoefte te zijn aan leerstofplanningen voor alle vier leerjaren. Stagnatie in de voortgang van de lesstof tijdens het schooljaar wordt daardoor beter zichtbaar en zo nodig besproken in de vakgroepvergaderingen.
Binnen het Da Vinci College zitten de leerlingen van beide leerwegen bij elkaar in een klas. Van de docent wordt dus verwacht dat hij les geeft op twee niveaus.

'DE ERVARING LEERT DAT LEERLINGEN IN DE BASIS- EN KADERBEROEPSGERICHTE LEERWEG OVER HET ALGEMEEN GEBAAT ZIJN MET ÉÉN AANPAK.'

Concreet betekent dit voor de wiskundelessen:

- Lesvoorbereiding uitgaand van het directe instructie model en zonodig uitgewerkt op 2 niveaus.
- Start van de les
- Instructie en begeleid inoefenen voor de basisberoepsgerichte leerlingen
- Instructie en begeleid inoefenen voor de kaderberoepsgerichte leerlingen
- Zelfstandig toepassen van het geleerde en verlengde instructie waar nodig.
- Afronding van de les

In schema:

	basisberoeps	kaderberoeps
10 minuten	instructie	nakijken
10 minuten	nakijken	instructie
20 minuten	zelfstandig werken / verlengde instructie	
5 minuten	afronding van de les	

figuur 3 Afspraken rondom didactiek uit het afsprakenboek

Daarnaast is schoolbreed gekozen voor het directe instructiemodel. Beide uitgangspunten zijn door de vakgroep vastgelegd in afspraken met betrekking tot didactiek.
De afspraken zijn bindend voor de docenten die wiskunde geven maar laten ook ruimte voor eigen invulling. De tijden zijn richtlijnen en daar waar de lesstof voor beide onderwijsniveaus parallel loopt, volstaan we met één instructie. Het afsprakenboek geeft kaders aan waarbinnen nog volop ruimte is voor eigen inbreng van de docent. De wiskundelessen bij de verschillende collega's van onze school zien er dan ook allemaal verschillend uit. Wat je wel herkent is de opbouw van de les en de oplossingsalgoritmen die overeenstemmen.

Hoe functioneert het afsprakenboek?

Het afsprakenboek is langzaam gegroeid tot wat het nu is. Het is niet statisch, ieder schooljaar worden er veranderingen in het afsprakenboek aangebracht. Met nieuwe collega's die wiskunde gaan geven, wordt het afsprakenboek bij de start doorgenomen. Dat geldt niet alleen voor collega's die van buiten komen maar ook voor collega's van het Da Vinci College zelf, die wiskunde naast een ander vak gaan geven. De afspraken in het afsprakenboek zijn niet vrijblijvend. Van de docenten die wiskunde geven, wordt verwacht dat ze zich aan de afspraken houden en indien nodig wordt de docent door de vakgroepleider of collega daarop aangesproken. Het afsprakenboek heeft gezorgd voor meer afstemming binnen ons wiskundeonderwijs. Het zorgt voor een doorgaande leerlijn met betrekking tot oplossingsalgoritmen en voor een herkenbare opbouw van de wiskundeles.

Een voorbeeld van het afsprakenboek in pdf-format is te downloaden vanaf de site van de NVvW.



www.nvvw.nl/vmbospecialeuclides/

Over de auteur

Ruud Jongeling is wiskundeleraar op het Da Vinci College in Roosendaal, een school voor de beroepsgerichte leerwegen in het vmbo en het praktijkonderwijs. Daarnaast is hij voorzitter van de werkgroep vmbo van de NVvW. E-mailadres: *rj.jongeling@kpnmail.nl*

* Dit artikel is eerder verschenen in *Euclides 92*(5).

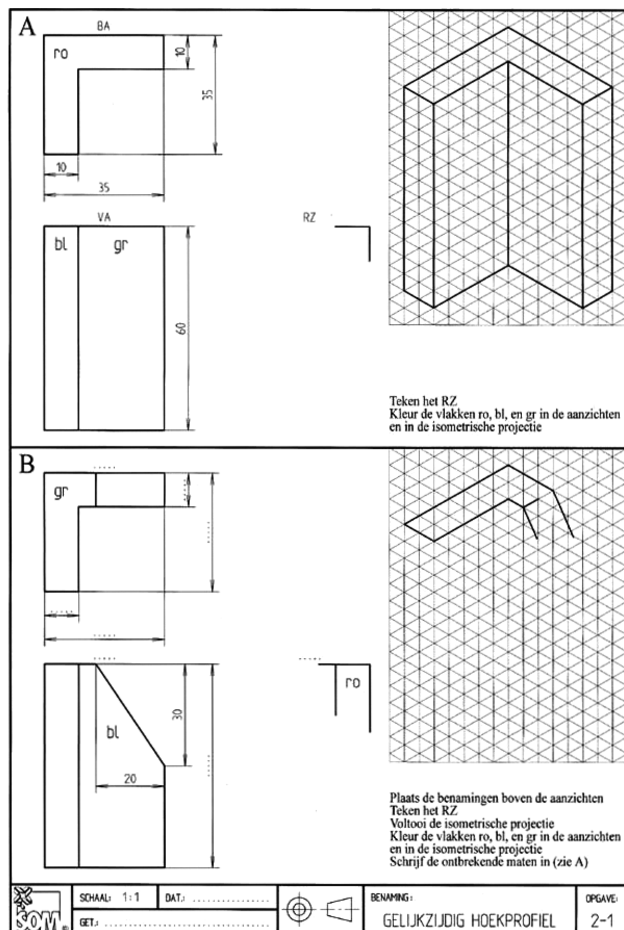
KIJKEN OM TE LEREN ZIEN*

Mieke Abels

In de sector techniek van het vmbo is tekening lezen een belangrijke vaardigheid. Hierbij wordt een groot beroep gedaan op het ruimtelijk voorstellingsvermogen van de leerling. Wat kun je doen als leerlingen hier problemen mee hebben?

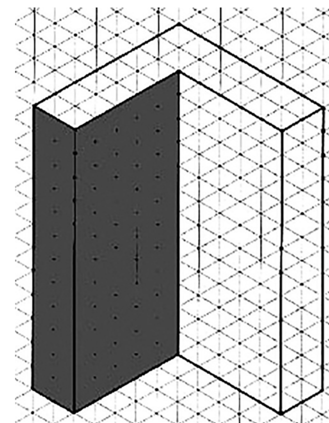
Tussen concreet en abstract

Ter ondersteuning van het tekening lezen kregen de leerlingen in de afdeling metaal in het derde leerjaar lessen vaktekenen. Hierbij werd het boek *Tekeninglezen* 1 gebruikt.



figuur 1

Ik ging naast een leerling zitten die met opgave A van figuur 1 bezig was. Ik vroeg welk deel van het profiel hij aan het tekenen was. Of hij begreep me niet, of hij wist het niet; er kwam geen reactie. Ik wees in de tekening het bovenaanzicht aan. ‘Waar zit dit?’ Hij wees in de rechtertekening de bovenkant van het profiel aan. Ik ging verder en wees het vooraanzicht aan en stelde dezelfde vraag. Hij had het begrepen en wees in de rechtertekening de vlakken aan die in figuur 2 grijs zijn gekleurd.
Dit antwoord had ik niet verwacht.



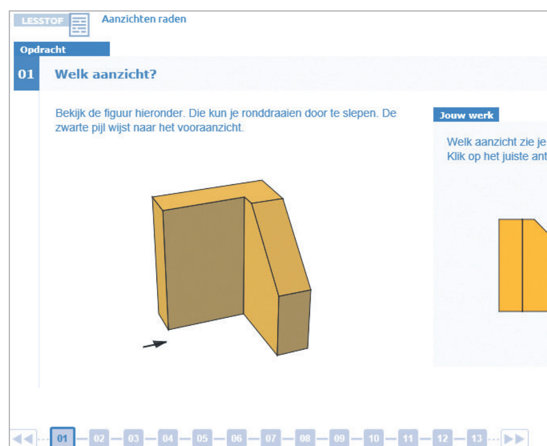
figuur 2

Uit de verschillende observaties werd duidelijk dat sommige leerlingen de tekeningen bijna ‘algoritmisch’ afmaakten, waarbij ze nauwelijks een voorstelling hadden van de vorm van het profiel en de positie van de lijnen en de vlakken. Ook bleek dat het begrip aanzicht niet goed was ontwikkeld. In overleg met de docent besloot ik om voor de volgende les een aantal opdrachten te maken over kubusbouwsels en daarbij ook echte kubussen te gebruiken met als doel het ruimtelijk inzicht van de leerlingen iets meer te ontwikkelen en het begrip aanzicht duidelijk te maken door ze ‘echt’ te laten kijken.
In de daaropvolgende periode heb ik me afgevraagd of voor deze leerlingen die kubusjes wel het meest geschikte materiaal waren. Zij komen immers in de praktijk heel andere vormen tegen, zoals die profielen. Daarnaast zou ik nog iets anders willen gebruiken, iets wat tussen werken met concrete materialen en ‘abstracte’ bouwtekeningen in zou zitten, maar ik wist nog niet wat dat

*Dit artikel is een ingekorte versie van het eerder verschenen artikel ‘Kijken om te leren zien’, *Nieuwe Wiskrant*, 20 (4), pp. 4-8.

zou kunnen zijn. Tijdens een overleg met enkele collega's ontstond het idee om te proberen een applet te maken rond het thema aanzichten en profielen. Programmeur Peter Boon kwam al snel met twee applets, waarin verschillende profielen uit het boek *Tekeninglezen* 1 als voorbeeld waren opgenomen: Aanzichten raden en Vlakken kleuren.[1]

Aanzichten raden



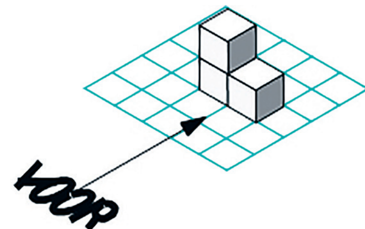
figuur 3 Schermafdruk van het applet Aanzichten raden

Het doel van het applet Aanzichten raden is om leerlingen te laten oefenen in het herkennen van aanzichten van verschillende profielen. De kracht van deze applet is dat het profiel dat in figuur 2 als gewone isometrische tekening is afgebeeld, op het scherm interactief is: Het profiel kan op het scherm gedraaid en van alle kanten bekeken worden. De pijl geeft de voorkant van het profiel aan en draait mee, waardoor het vooraanzicht bepaald is en daarmee dus ook de andere aanzichten. Het was heel leuk om te zien hoe de leerlingen op dit 'spel' reageerden. Ze vonden het draaien schitterend, maar waren soms wel even 'de weg kwijt'. Ze konden door het profiel te draaien zoeken of controleren welk aanzicht er getekend was. De één bleek hier handiger mee te zijn dan de ander. Manish had het snel door. Hij gebruikte alleen de draai-optie als hij niet meteen zag om welk aanzicht het ging. Soms zei hij welk aanzicht het was en controleerde dit door het profiel te draaien. Alan had er meer moeite mee. Voor een deel omdat hij links en rechts nogal eens verwisselde. En dat was ook lastig: je wilt de rechterkant zien en dan moet je de cursor naar links slepen. Ook had hij er moeite mee om het profiel weer in de beginstand terug te draaien. Hij werd er zichtbaar handiger in. Toen hij alle twintig opdrachten had gemaakt wilde hij nog een keer.
Barzi verraste mij doordat hij een strategie had bedacht die hij consequent toepaste. Hij draaide eerst het profiel zo dat hij er recht van voren tegenaan keek. Dit was voor hem de startpositie. Vanuit die stand draaide hij het profiel een kwartslag. Als dat niet het gevraagde aanzicht opleverde, draaide hij het profiel weer terug om vervolgens het profiel een kwartslag in een andere richting te draaien. Hij maakte de opdrachten erg goed.
Er waren ook leerlingen die er veel moeite mee hadden. Gelukkig waren er papiermaché profielen in het lokaal. Hiermee konden ze de aanzichten van het model bekijken: kin op tafel en kijken met één oog.

'HIJ HAD NIET GETEKEND WAT HIJ ZAG, MAAR HIJ HAD GETEKEND WAT HIJ WIST: HET WAREN DRIE BLOKJES!'

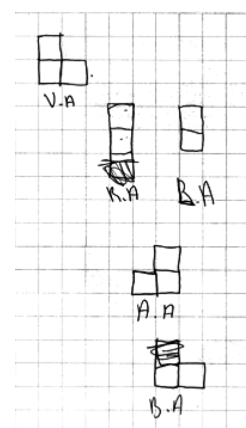
Kubusbouwsels en tekenen wat je ziet

Jasser van de afdeling bouw werd door zijn docent gekenmerkt als een leerling die nauwelijks ruimtelijk inzicht had. In de vorige les was hij bezig geweest met Aanzichten raden en het was me inderdaad opgevallen dat hij er veel moeite mee had. Ik wilde hem vandaag met de kubusbouwsels laten werken, om daarna te onderzoeken of de verschillende opdrachten die hij zou gaan doen ook daadwerkelijk zouden helpen. De eerste opdracht was: Maak dit bouwsel op de plattegrond.



figuur 4

Het bouwen was geen probleem. Daarna moest hij verschillende aanzichten tekenen. Ik heb hem uitgelegd hoe hij moest kijken: met zijn kin op tafel en met één oog. Hij had even moeite om van zijn stoel te komen en door de knieën te gaan.
De eerste stap was gezet: hij keek naar het bouwsel en zag het vooraanzicht en tekende daarna wat hij zag:



figuur 5

Bij het tekenen van het rechteraanzicht en het bovenaanzicht ging er iets mis. Ik vroeg hem om nog eens goed te kijken (!) en te vertellen wat hij zag. Hij begon te praten terwijl hij de kubusjes aanwees. 'Ik zie rood,' zei hij, 'ik zie blauw.' Jasser maakte handig gebruik van de verschillende kleuren die de kubussen hadden, iets waar ik eerlijk gezegd op dat moment nog niet aan had gedacht.
'Zie je ook bruin?' vroeg ik. 'Nee,' zei hij, een beetje aarzelend. Daarna verbeterde hij zijn tekening.
Ineens had ik het door: hij had niet getekend wat hij zag, maar hij had getekend wat hij wist: het waren drie blokjes!
Doordat er veel verschillende kleuren kubusjes waren, konden we bij onze communicatie daar heel goed gebruik van maken. Het praten over de verschillende posities van de kubussen en welke je wel of niet zag, werd daardoor een stuk eenvoudiger. Jasser heeft daarna nog drie verschillende opdrachten van de werkbladen gemaakt.
Hij pakte voor het gemak een krukje om de bouwsels op te zetten. En in plaats van eromheen te lopen, begon hij op een gegeven moment gewoon met het krukje te draaien. Zo hoefde hij niet steeds van zijn stoel.
Een week later ben ik met hem verdergegaan. Ik wilde kijken hoe hij nu de opdrachten van Aanzichten raden zou doen. Ik vertelde hem dat, waarop hij reageerde met:
'Ik wil niet met de computer. Ik ben een beetje moe'.
Ik probeerde hem te verleiden door te vragen of hij dan alleen maar de eerste opdracht wilde doen. Dat lukte en hij schoof achter de computer.
Die eerste opdracht ging goed. Ik zei niets. Jasser klikte door naar de volgende opdracht. Uiteindelijk heeft hij alle twintig opdrachten gemaakt met een score van 80%. Een aanzienlijke vooruitgang vergeleken met de eerste keer, niet alleen qua score, maar ook met de manier waarop hij de opdrachten maakte. Soms gebruikte hij de draaimogelijkheid van het profiel om het juiste aanzicht te zoeken, soms alleen maar om zijn antwoord te controleren en een enkele keer klikte hij meteen het juiste antwoord aan. Jasser was weer een stap verder, hij snapte nu wat een aanzicht is en ik denk dat hij iets makkelijker in gedachten om een voorwerp heen kan draaien.
'Heel goed gedaan Jasser.' Er verscheen een brede grijns op zijn gezicht.

Nawoord

Voor de leerlingen die erg veel moeite hadden met de applets was het werken met de kubusjes een goede remedie. Uit hun reacties bleek niet dat ze zoiets al eens eerder gedaan hadden. Hierdoor vermoed ik dat in veel lessen, vanwege praktische bezwaren, de toch al zo weinig voorkomende activiteiten met concrete materialen vaak overgeslagen worden.
De vraag blijft op welk niveau het ruimtelijk inzicht van deze leerlingen te brengen is. Duidelijk is wel dat juist voor deze leerlingen in de sector techniek het belangrijk is dat er voldoende tijd uitgetrokken wordt voor deze ontwikkeling, eigenlijk al vanaf de basisschool. Hierbij zou dan ook veel aandacht geschonken moeten worden aan communicatie en taal en alle leerlingen zouden een kans moeten krijgen om terug te mogen vallen op het werken met concrete materialen als ze dat nodig hebben.

NOTEN

[1] De twee genoemde applets zijn nu ook voor tablets geschikt. Een rechtstreekse link is te vinden op de website van de NVvW. Meer van dit soort applets zijn te vinden op *https://app.dwo.nl/leerling*

Over de auteur

Mieke Abels is ontwikkelaar/onderzoeker bij het Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht. E-mailadres: *M.J.Abels@uu.nl*

CENTRALE EXAMENS WISKUNDE VMBO

Madeleine Vliegenthart
Ingeborg Riedijk
in samenwerking
met Cito

In dit artikel willen wij u informeren over een aantal wijzigingen in de centrale examens wiskunde vmbo 2018 en over regionale bijeenkomsten die het CvTE zal organiseren.

Vakspecifieke regels

Vanaf het centraal examen 2018 zijn de vakspecifieke regels bij wiskunde voor alle leerwegen in het vmbo:

1. Voor elke rekenfout wordt 1 scorepunt in mindering gebracht tot het maximum van het aantal scorepunten dat voor dat deel van die vraag kan worden gegeven.
2. Als de kandidaat bij de beantwoording van een vraag een notatiefout heeft gemaakt en als gezien kan worden dat dit verder geen invloed op het eindantwoord heeft, wordt hiervoor geen scorepunt in mindering gebracht.

Wat is er anders dan in 2017?

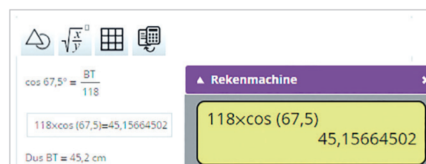
Regel 1 is aangepast. In 2017 stond in regel 1 'voor elke rekenfout of verschrijving'. Het woord 'verschrijving' leverde regelmatig discussie op tussen de eerste en tweede corrector over de interpretatie van de woorden 'verschrijving' in regel 1 en 'notatiefout' in regel 2. Door het woord 'verschrijving' te verwijderen, willen we de regels eenduidiger maken. Wanneer een leerling iets in een berekening niet goed opschrijft en dit heeft invloed op het eindantwoord, dan is er sprake van een rekenfout. Wanneer een leerling iets niet goed opschrijft maar dit heeft géén invloed op het eindantwoord, dan is er sprake van een notatiefout.
Bij vmbo-bb staat regel 1 vanaf 2018 ook bij de vakspecifieke regels. Door de regel toe te voegen ontstaat ook bij bb meer eenduidigheid over het verschil tussen een rekenfout en een notatiefout.

Regionale bijeenkomsten

In het schooljaar 2017-2018 organiseert het CvTE vier regionale bijeenkomsten voor vmbo-docenten wiskunde. Tijdens deze bijeenkomsten willen wij met de docenten in gesprek gaan over onderwerpen die te maken hebben met de kwaliteit van de centrale examens wiskunde vmbo. Eén van de onderwerpen zal het correctievoorschrift zijn, zowel de vakspecifieke regels als de beoordelingsmodellen.
Zodra de data en locaties van de regionale bijeenkomsten bekend zijn, worden examensecretarissen via *Examenblad.nl* geïnformeerd en de bijeenkomsten zullen worden aangekondigd in de nieuwsbrief van de NVvW.

Digitale centrale examens bb en kb

Een aantal hulpmiddelen bij de digitale centrale examens is vernieuwd. Het gaat hierbij met name om de hulpmiddelen 'toolbox' en 'diagramtool'. De hulpmiddelen moesten worden vernieuwd omdat ze gemaakt waren in Flash, een technologie die vanaf 2018 niet meer wordt gebruikt in de digitale examens. Vanaf 2018 wordt ook bij bb een toolbox gebruikt.



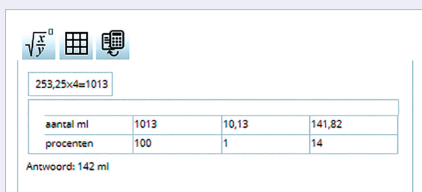
figuur 1 De knoppenbalk van de nieuwe kb-toolbox

Toolbox bij kb

Voor het beantwoorden van open vragen waarbij de leerling tussenstappen moet noteren, wordt bij wiskunde vmbo-kb sinds 2013 de toolbox ingezet. De nieuwe Facet-toolbox (zie figuur 1) werkt anders dan de oude Flash-toolbox. Zo wordt er gebruikgemaakt van de Facet-rekenmachine, die in de bovenbalk van Facet staat. Berekeningen kunnen worden opgeslagen met de knop rechtsboven in de toolbox. Ook de formulekaart staat in de bovenbalk van Facet, maar de formules kunnen nog steeds naar het antwoordveld van de toolbox worden gekopieerd. Ook kan een leerling nu niet alleen een driehoek schetsen, maar ook een cirkel of rechthoek.

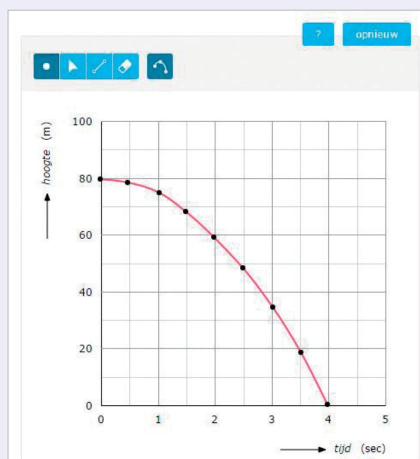
Toolbox bij bb

Naar aanleiding van wensen van docenten is in 2017 op ongeveer 100 scholen een pilot uitgevoerd met een toolbox voor bb-leerlingen (zie figuur 2). Dit is een vereenvoudigde versie van de Facet-toolbox van wiskunde vmbo-kb. De pilot was succesvol en de docenten waren positief. De bb-toolbox zal vanaf 2018 gebruikt worden in het centrale examen wiskunde vmbo-bb. Een belangrijk verschil met de examens in eerdere jaren is dat er, zoals dat bij sommige vragen gebruikelijk was, geen lege



figuur 2 De knoppenbalk van de nieuwe bb-toolbox

verhoudingstabellen meer zullen worden gegeven. De leerling kan zo'n tabel nu desgewenst zelf maken in de toolbox.



figuur 3 De nieuwe diagramtool

Diagramtool

Voor het tekenen van grafieken wordt in de bb- en kb-examens de diagramtool gebruikt. Met deze tool kunnen leerlingen punten in een assenstelsel plaatsen en deze punten met elkaar verbinden door het tekenen van een rechte lijn of een vloeiende kromme. Docenten hebben aangegeven dat het tekenen van een vloeiende kromme voor leerlingen vaak lastig was. In de nieuwe diagramtool voor wiskunde (zie figuur 3) kan een leerling automatisch een vloeiende kromme door de uitgezette punten laten tekenen.

Oefenen

Op *https://oefenen.facet.onl* staat twee derde deel van de opgaven uit de centrale examens wiskunde vmbo-bb en -kb 2017, met daarin de nieuwe hulpmiddelen. Ook staan er op deze website aparte oefenopgaven met de toolbox en met andere hulpmiddelen. Uiterlijk januari 2018 staan ook voorbeeldexamens uit andere jaren op de oefensite.

Over de auteurs

Madeleine Vliegenthart is voorzitter vaststellingscommissie wiskunde vmbo bij het CvTE.
Ingeborg Riedijk is clustermanager exacte vakken vmbo bij het CvTE.
e-mailadres: info@cvte.nl

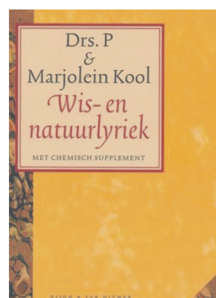


LEESTIPS VAN WISKUNDE-DOCENTEN

Vincent Jonker
Nelleke den Braber

Behoefte aan inspiratie, maar niet heel veel tijd? Gelukkig zijn er genoeg leuke boeken waar je snel lesideeën uit kunt halen. De keuze is tot stand gekomen op basis van voorkeuren van studenten van de lerarenopleiding wiskunde en van de auteurs.

Gedichten over wis- en natuurkunde



P., Drs., & Kool, M. (2000). *Wis- en natuurlyriek.* Amsterdam: Nijgh en Van Ditmar.

Wiskunde (en natuurwetenschappen) kan ook heel mooi verwoord worden in rijm en gedicht. De gedichten uit deze bundel zijn de moeite waard om af en toe in de wiskundeles te gebruiken.

Fietsenmaker

Het bandenplakken vond hij niets.
Hij had een hekel aan die klus.
Dus om de wielen van zijn fiets,
deed hij een band van Möbius.

Dat was beslist, het moet gezegd,
een uitermate slim idee.
Want elke band, aldus gelegd,
ging zeker twee keer langer mee.

Uit: *Wis- en natuurlyriek*, p. 104

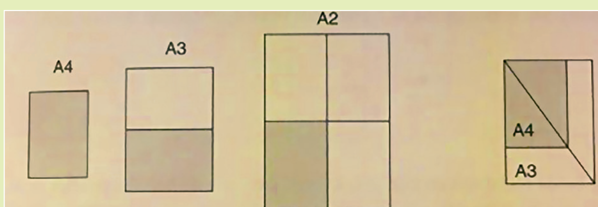
Wiskunde in een notendop



Kindt, M., & De Moor, E. (2009). *Wiskunde in een notendop*. Amsterdam: Uitgeverij Bert Bakker.

Wat duizenden jaren geleden begon met streepjes kerven om de tel bij te houden, is uitgemond in een veelomvattende wetenschap. In *Wiskunde in een notendop* wordt een aantal wiskundige kernideeën op aanschouwelijke wijze ontvouwd. Daarbij baseren de auteurs zich ook op de historische ontwikkeling en laten zij zien dat wiskunde van oorsprong vooral praktisch was.

Papierformaten
Als twee vellen A4 met de lange zijde aan elkaar worden gelegd, ontstaat een rechthoek die de afmetingen van de voorpagina van een krant in tabloid-formaat heeft; dit formaat wordt ook aangeduid als A3. Als we zo'n krant uitvouwen, krijgen we het traditionele formaat van een 'ouderwetse' krantenpagina te zien (dat is A2)



Uit: *Wiskunde in een notendop*, p. 141

Goede initiatieven in het wiskundeonderwijs



De Haan, D. (Ed.). (2011). *10 jaar wiskunde scholenprijs*. Utrecht: Freudenthal Instituut.

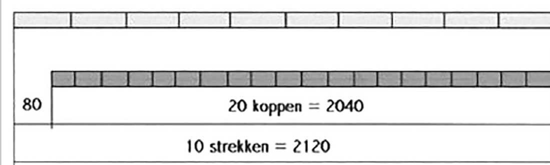
Deze prijs (2002-2011) werd ingesteld om scholen te stimuleren met hun sterke punten op het gebied van wiskundeonderwijs naar buiten te treden. Alle scholen voor voortgezet onderwijs konden meedingen naar deze prijs, met een aparte categorie voor het vmbo.
Doel van de prijs was om goede initiatieven binnen wiskundeonderwijs zichtbaar te maken voor iedereen. Uit een inzending uit 2003 (door Leo Vos, docent wiskunde en algemene bouwtechnieken op OSG Singelland, Drachten) geven we een voorbeeld. Een artikel over deze inzending verscheen in *Euclides (79)*2.

En zij hoorden het kwartje vallen
De inzending bestaat uit een zelfgeschreven lessenserie over berekeningen in de bouw, bedoeld voor derdeklassers in de basisberoepsgerichte leerweg van het vmbo. Elke les is opgehangen aan een bepaalde beroepscontext.

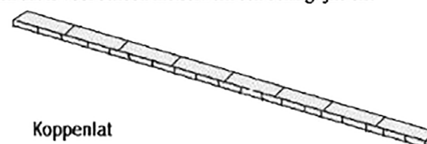
Les 3

De koppenmaat
In de praktijk heeft een metselaar een handige manier om de koppenmaat uit te rekenen. Eerst worden tien stenen in de lengte opgemeten, deze lengte blijkt bijvoorbeeld 2120 mm te zijn. Vervolgens worden 20 koppen opgemeten. Deze lengte blijkt bijvoorbeeld 2040 mm te zijn, dus de kop is gemiddeld 2040:20 = 102 mm breed. De stootvoeg wordt verkregen door het verschil te delen door 10, dus:

2120 – 2040 = 80
80 : 10 = 8 mm.
De koppenmaat wordt dan 102 mm + 8 mm = 110 mm.



Vervolgens wordt deze maat overgebracht op een houten lat.
De metselaar kan deze lat bij het metselen gebruiken om te controleren of alle stenen zuiver op de koppenmaat liggen. Hierdoor komen de stootvoegen recht boven elkaar en dat is voor schoon metselwerk een belangrijke eis.



10 jaar wiskunde scholenprijs, p. 10

Succesformules



Mols, B., & Smeets, I. (2014). *Succesformules. Toepassingen van wiskunde*. Amsterdam: Platform Wiskunde Nederland.

Dit boek is bedoeld om een klein beetje van de wiskunde die we dagelijks inademen zichtbaar te maken. Dan blijkt wiskunde aanwezig te zijn in sport, medicijnen en het weerbericht, in de OV-chipkaart, het oplossen van moordzaken en het vinden van de nooduitgang.

Het huis van de dader
Bij een seriemoordenaar is het moeilijk om te voorspellen wie het volgende slachtoffer zal zijn, maar rekenwerk kan wel aanwijzen waar de dader woont.

Succesformules, p. 61

De volgende boeken zijn besproken door studenten van de NHL die het vak Didactiek van de wiskunde volgden.

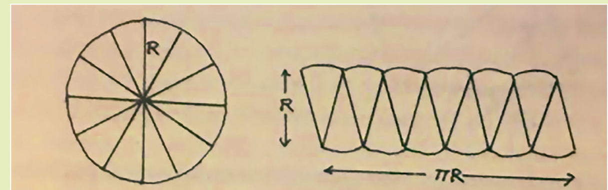
Rekenen is leuker ~~dan~~ als je denkt



Kool, M., & De Moor, E. (2009). *Rekenen is leuker ~~dan~~ als je denkt*. Amsterdam: Bert Bakker.

'De auteurs beantwoorden in dit boek vragen van ouders, leraren en studenten. Voorbeelden uit onderwijs, wereld en wetenschap laten zien hoe mooi ons getallensysteem in elkaar zit. In *Rekenen is leuker ~~dan~~ als je denkt* (dus als je nadenkt!) worden allerlei rekenvragen behandeld en ontdekt de lezer dat rekenen geen verzameling trucjes en saaie regels is, maar een dynamisch vak, dat meer betekenis krijgt en meer plezier oplevert als je leert nadenken over de achterliggende principes.'
Albert van Bergen

Oppervlakte van een cirkel
Verknip een cirkel met straal R in twaalf gelijke taartpunten en leg die om en om neer. Zo hebben we de cirkel tot een 'bijna-rechthoek' herstructureerd.



Hoe smaller je de taartpuntjes maakt, hoe meer de figuur op een rechthoek gaat lijken. De 'lengte' en de 'breedte' van die rechthoek zijn πR en R en 'dus' geldt volgens onze 'fantastische' lengte x breedte-formule dat de oppervlakte van een cirkel πR^2 is.

Uit: *Rekenen is leuker dan/als je denkt,* p. 256

Verhalen in de les



Soto y Koelemeijer, G. (2015). *Wiskundigen mogen niet huilen*. Amsterdam: University Press.

'In mijn lessen ben ik als gevolg van *Wiskundigen mogen niet huilen* steeds meer verhalen gaan vertellen waar dit mogelijk is. Als het over breuken gaat betrek ik de Egyptenaren erbij, en dan vertel ik dat zij stambreuken al heel wat vonden. En dan vraag ik de leerlingen waarom ze breuken gebruikten. Als het om meetkunde gaat, dan haal ik de oude Grieken van stal met hun latjes en passers. Dat soort verhaaltjes.'
Dennis Hoogeveen

Praktische wiskunde

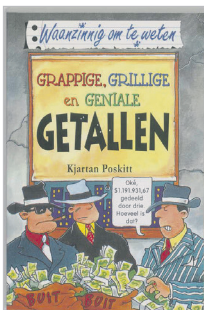


Daems, J. & Smeets, I. (2011). *Ik was altijd heel slecht in wiskunde.* Amsterdam: Nieuwezijds B.V.

Een toegankelijk boek van de wiskundemeisjes over alles wat leuk en interessant is aan wiskunde.

'Dit boek zou een voorbeeld kunnen zijn hoe de wiskunde op school gedoceerd kan worden: naast uitleg en oefenen van wiskundige vraagstukken, ook leuke anekdotes, geschiedenis of een link naar de dagelijkse praktijk. Er zijn uit dit boek zeker onderwerpen te halen die je in de wiskundelessen kunt gebruiken. Al zijn niet alle onderwerpen geschikt voor de onderbouw.'
Renee van der Deen

Getallen



Poskitt, Kjartan (2005). *Grappige, grillige en geniale getallen.* Alkmaar: Kluitman.

'Bij rekenen zijn leerlingen veel zelfstandig aan het werk, 50 minuten is dan vaak erg lang. Met dit boek heb ik zeker de nodige inspiratie gevonden voor interessante wetenswaardigheden om af en toe met mijn leerlingen te delen. Ook staat het vol met leuke hersenkrakers, waardoor je de leerlingen op een andere manier naar getallen kunt laten kijken.'
Daarnaast staat het boek vol met leuke anekdotes over rekenen met getallen. Omdat het zo eenvoudig beschreven is spreekt het erg aan en is het ook erg eenvoudig om te onthouden.'
Judith Dijk

Hersenkraker

- Schrijf een willekeurig getal op dat bestaat uit drie verschillende cijfers.
- Schrijf het getal nog een keer op, maar nu precies andersom.
- Trek het kleine getal van het grote getal af.
- Schrijf nu dat getal ook precies andersom op.
- Tel de twee getallen bij elkaar op.
- Het getal moet nu wel vier cijfers hebben. Als dat niet zo is, moet je het nog een keer van achter naar voren opschrijven en de twee getallen optellen.
- Je antwoord is altijd 1089!

Alledaags rekenen



De Moor, E. & Kool, M. (2016). *Alledaags rekenen.* Amsterdam: Prometheus.

'*Alledaags rekenen* bestaat uit korte teksten van twee pagina's, telkens over een ander thema. Elk thema wordt ingeleid met een prikkelend vraagstuk uit de dagelijkse praktijk. Deze vraagstukken kun je uitstekend gebruiken om een onderwerp te introduceren en leerlingen aan het denken te zetten.
Het gebeurt mij wel eens dat een leerling iets niet begrijpt en dat ik op een gegeven moment denk: "Ik heb het nu op drie verschillende manieren geprobeerd uit te leggen. Ik weet echt niet meer hoe ik jou dit moet uitleggen."
Nu ik dit boek heb gelezen, zoek ik altijd even terug of er nog een andere uitlegmethode in staat.'
Duko Kiekebos

COLOFON

Euclides is het orgaan van de Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren.
Het blad verschijnt 7 maal per verenigingsjaar.

ISSN 0165-0394

Redactie
Tom Goris, hoofdredacteur
Liesbeth Coffeng, eindredacteur
Thomas van Berkel
Rob Bosch
Hugo Duivesteijn
Ernst Lambeck
Sietske Tacoma
Henk Rozenhart, voorzitter

Inzenden bijdragen
Tom Goris, Gebroeders van Doornestraat 12, 5614 BN Eindhoven
E-mail: vakbladeuclides@nvvw.nl

Richtlijnen voor artikelen
Tekst digitaal in Word aanleveren, maximaal 1500 woorden. Illustraties en foto's apart digitaal aanleveren in hoge resolutie. Zie voor nadere aanwijzingen: vakbladeuclides.nl/richtlijnen

Realisatie
Ontwerp en vormgeving, fotografie, drukwerk en mailingservices.
De Kleuver bedrijfscommunicatie b.v. Veenendaal, www.dekleuver.nl

Nederlandse Vereniging van Wiskundeleraren
Website: www.nvvw.nl

Voorzitter
Swier Garst, Molenstraat 4, 3255 AN Oude Tonge
E-mail: voorzitter@nvvw.nl

Secretaris
Kees Garst, De Ruiter 25, 8252 EB Dronten
E-mail: secretaris@nvvw.nl

Ledenadministratie
Heleen van der Ree, Bladmos 23, 2914 AA Nieuwerkerk a/d IJssel
Tel. (0180) 32 10 97 E-mail: ledenadministratie@nvvw.nl

Helpdesk rechtspositie
NVvW - Rechtspositie-Adviesbureau,
Pijlkruid 7, 4102 KE Culemborg Tel. (0345) 531 324

Lidmaatschap
Het lidmaatschap van de NVvW is inclusief *Euclides*.
De contributie per verenigingsjaar bedraagt voor
- leden: € 80,00
- leden, maar dan zonder *Euclides*: € 50,00
- studentleden (tot 27 jaar) en gepensioneerden: € 40,00
- leden van de VVWL of het KWG: € 60,00

Bijdrage WwF (jaarlijks): € 2,50
Nieuwe leden dienen zich op te geven bij de ledenadministratie.
Opzeggingen moeten plaatsvinden vóór 1 juli.
Betaling binnen 30 dagen na factuurdatum.

Abonnementen *Euclides* niet-leden
Abonnementen gelden steeds vanaf nr 1 van de lopende jaargang
Personen (niet-leden van de NVvW): € 70,00
Instituten en scholen: € 150,00
Losse nummers zijn op aanvraag leverbaar: € 20,00
Betaling binnen 30 dagen na factuurdatum.

Advertenties en bijsluiters
De Kleuver bedrijfscommunicatie b.v.
Kerkewijk 63, 3901 EC Veenendaal, Tel. (0318) 555 075
E-mail: secretariaat@dekleuver.nl

VMBO SPECIAL

Dit nummer is een special uitgave van het tijdschrift Euclides.

Gastredactie

Mieke Abels
(Freudenthalinstituut, Universiteit Utrecht)

Vincent Jonker
(Freudenthalinstituut, Universiteit Utrecht)

Monica Wijers
(Freudenthalinstituut, Universiteit Utrecht)

Liesbeth Coffeng
(eindredacteur)

Hieronder staan de verwachte verschijningsdata van Euclides en de bijbehorende deadlines vermeld voor het inzenden van mededelingen en van de eindversies van geaccepteerde bijdragen; zie daarvoor ook *vakbladeuclides.nl*

JAARGANG 93

nr.	verwachte verschijningsdatum	deadline
3	19 december 2017	16 oktober 2017
4	30 januari 2018	20 november 2017
5	20 maart 2018	8 januari 2018
6	8 mei 2018	5 maart 2018
7	26 juni 2018	30 april 2018

CASIO®

Casio fx-82EX

Pretty in Pink...
Met een goed introductieaanbod!



De Casio fx-82EX onderscheidt zich door zijn enorme rekenkracht, hoge resolutie display, vele handige functies…en nu ook zijn kleur. Voor het nieuwe schooljaar is deze krachtige calculator ook verkrijgbaar in roze. Bestel nu en profiteer van ons introductieaanbod.

Introductie-aanbod

€ 6,95*

Bestel direct

Stuur een e-mail naar **educatie@casio.nl.** Vermeld in de e-mail uw naam, de naam en het adres van uw school, het schooltype en uw mobiele telefoonnummer.

CLASSWIZ

*U betaalt slechts € 6,95 inclusief btw en verzending. Dit introductieaanbod is alleen geldig voor wiskundedocenten, 1 exemplaar per docent.

TI-30XB/S MultiView™

met TI-SmartView™ software voor digibord en beamer



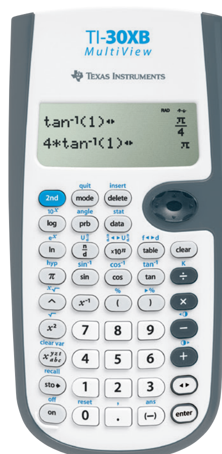
De wetenschappelijke rekenmachine voor VMBO en onderbouw havo en vwo.

Nieuw!

Nu ook lerarenaanbieding voor de wetenschappelijke rekenmachine TI-30XS MultiView™.

- Heeft de volledige functionaliteit voor alle leerjaren van het VMBO en onderbouw havo vwo.
- Toegestaan op examens natuur- en scheikunde, biologie en economie.
- Met het digibord bedient u de rekenmachine direct op het bord.
- Sluit aan op de functionaliteit en menustructuur van de TI-84 Plus CE-T, de grafische rekenmachine voor de bovenbouw.
- Docentenaanbieding: machine + TI-SmartView™ software voor projectie met beamer of digibord voor slechts € 20,-.





TI-30XB MultiView™

De bekende equivalent van de TI-30XS. Machines zijn identiek, de een wordt gevoed door batterij ('B') en de ander door een zonnecel ('S').

Download het aanbiedingsformulier van onze website (kijk onder de sectie 'leraren').

Texas Instruments

education.ti.com/nederland